

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
هيئة المعاهد الفنية

كراسة
تجارب الميكانيك

اعداد

المهندس / عاطف علي حسن

١٩٩٠

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
هيئة المعاهد الفنية

كراسة
تجارب الميكانيك

اعداد

المهندس / عاطف علي حسن

الفهرست

رقم التجربة المحتوى الصفحة

أ- التجارب الخاصة بمقاومة المواد.

١ . اختبار الصلادة بطريقة فيكرز. ٩

٢ . اختبار الصلادة بطريقة برنيل ١٣

٣ . اختبار الصلادة بطريقة روكويل ١٧

٤ . اختبار الصدمة. ٢٠

٥ . اختيار الصدمة. ٢٠

٦ . اختبار الشد ٢٥

٧ . قياس اجهاد اللي ٣٤

٨ . قياس اجهاد القص. ٣٨

٩ . ايجاد علاقة بين القدرة المنقولة والعزم. ٤٠

ب- التجارب الخاصة بميكانيك الموائع

١٠ . مقدمة عن اجهزة قياس الضغط ٤٢

١١ . استخدام اجهزة قياس الضغط نوع البيزومتر وبوردن ٤٤

١٢ : استخدام اجهزة قياس الضغط نوع المانومتر البسيط والمانومتر الدقيق ٤٦

١٣ . استخدام مقياس فنجوري لقياس الضغط الستاتيكي. ٤٨

١٤ . قياس سرعة الجريان من مجرى ذات اقطار مختلفة ٥٠

١٥ . استخدام مقياس الفنجوري ومقياس الفتحة لقياس سرعان جريان مختلفة مع مقارنة النتائج. ٥٣

١٦ . قياس معدل السرعة. ٥٥

١٧ . قياس الفقد بسبب الاحتكاك في حالة الجريان الطباقي ٥٧

١٨ . قياس الفقد بسبب الاحتكاك في حالة أ الجريان الاضطرابي ٦١

١٩ . قياس الفقد بسبب الاحتكاك في حالة التوسع المفاجيء ٦٢

٢٠ . قياس الفقد بسبب الاحتكاك في حالة التقلص المفاجي. ٦٦

الفهرست

رقم التجربة المحتوى الصفحة

٢١ . تطبيق معادلة برنولي في حالة الموائع غير القابلة للانضغاط ٦٩
٢٢ . قياس قوة البثق على صفيحة مستوية ٧٢
٢٣ . قياس قوة البثق على صفيحة نصف كروية ٧٦
٢٤ . قياس قوة البثق على صفائح متعددة في مستويين مختلفين مع جهاز البثق . ٧٨
٢٥ . العلاقة بين الضغط وسرعة التصريف في مجرى متضيق في الموائع المختلفة . . ٧٩
٢٦ . حساب كفاءة الناشرة في الموائع المنضغطة ٨١
٢٧ . العلاقة بين معامل الاحتكاك وعدد رينولد في انبوبة معينة في حالة الموائع المنضعطة ٨٣
٢٨ . العلاقة بين معامل الفتحة والنسبة بين قطر الفتحة الى قطر الانبوب ٨٥
٢٩ . قياس خصائص الضاغط بسرعة ثابتة (سرعة الجريان – القدرة– الكفاءة) ٨٧
٣٠ . تطبيق معادلة الطاقة في الضاغطة ٩٠

المقدمة

تأتي عملية توفير ساعات عملية (مختبرية) يؤديها الطالب (كفرد او مجموعة داخل المختبر ضمن النظرة الجديدة والجدية لطلبة المؤسسات التعليمية والتقنية وتهدف بالاساس الى تعريف الطلبة على الاجهزة والمعدات المستخدمة لقياس خصائص الموائع ، مع ربط المبادىء الاساسية النظرية مع الحالات العملية حيث يبرز اهمية التوافق والتناغم بين اتجاه التعليم النظري والعملي.

ان التجارب التي تم توفيرها ضمن مادة الميكانيك لطلبة الصف الاول– تبريد وتكييف تتناغم واحتياجات الطالب في هذا النوع (ضمن مادة الميكانيك الواسعة جدا بمفرداتها).

تم التركيز اثناء إعداد هذا الكراس على استخدام الطالب لمجموعة اجهزة محددة يؤدي عليها عدة تجارب متباينة ، وذلك لحصر اهتمام الطلبة على هذه الاجهزة لكونها اما الاكثر شيوعا بالحياة العالية او الاهم والاساسية في الوقت نفسه.

ان امل معد الكراس كبير بطلبتنا الاعزاء ، بانهم سوف يجدون الكثير من المعلومات المفيدة في هذا الكراس ، واذا عجز عن تقديم ما يبغونه في مواقع اخرى لاعتقاد (معد الكراس) ان لا اهمية في التوسع في هذه المواقع فمنتسبي القسم ومراجع المكتبة ستكون العون والمرشد لهم.

ومن الله التوفيق

تجربة رقم (١)

طريقة فيكرز لاختبار الصلادة Vickers Hordness Test

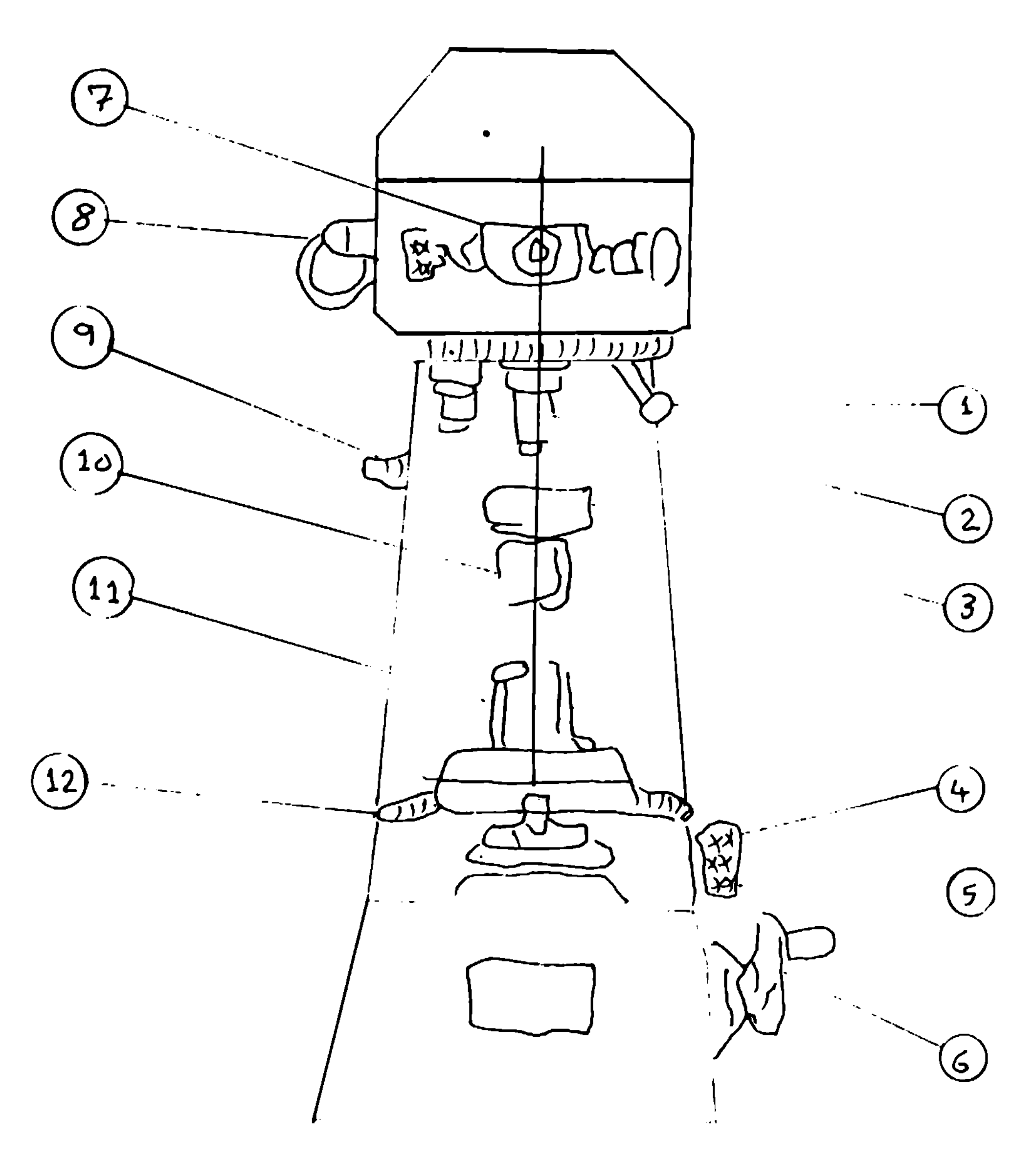
الغرض من التجربة : -

استخدم جهاز فيكرز لقياس عينات ذات صلادة عالية. ويستخدم جهاز فيكرز خاصة لقياس المعادن شديدة الصلادة والمقساة (المصلدة) وخاصة المعادن التي اجرى لها تقسيمه سطحية حيث لايجب استخدام جهاز برينل لقياس المعادن التي تزيد صلادتها (HB 450)، وكذلك يستخدم جهاز فيكرز لقياس صلادة الرقائق المعدنية حيث لايمكن استخدام جهاز برينل لقياس صلادة العينات الرقيقة.

تركيب ووصف الجهاز: - موضح في الشكل رقم (١)

في هذا الجهاز تكون اداة التغلغل عبارة عن هرم رباعي القاعدة، ورأسه من الماس وزاوية رأسه (١٣٦°) وتضغط هذه الاداة تحت تأثير حمل (P) ليترك اثره على شكل معين قطره (d).

ويتم اختيار مقدار الحمل المناسب حسب سمك وصلادة العينة المطلوب قياس صلادتها كما ويتم قياس قطر الاثر الناتج بواسطة استخدام الميكروسكوب الميكرومتري على الجهاز، ولذا يجب ان يستخدم لهذا الجهاز عينات ملمع سطحها جيداً.



شكل رقم (١)

1. يدة لادارة الرأس البرجية
2. ادارة التغلغل
3. مصد العينات
4. يد لاختيار الحمل
5. زر تحرير الحمل
6. يد لتحرير الحمل
7. ميكروسكوب ميكرومتري
8. مصباح للميكروسكوب
9. رأس برجية
10. عدسة شيئية
11. قرص لضبط شدة الاضاءة
12. عجلة يدوية لتحريك المصدر

ويمكن استنتاج المعادن الخاصة بحساب رقم صلادة فيكرز كما يلي :

(H_V)

$(H_v) = P/F$

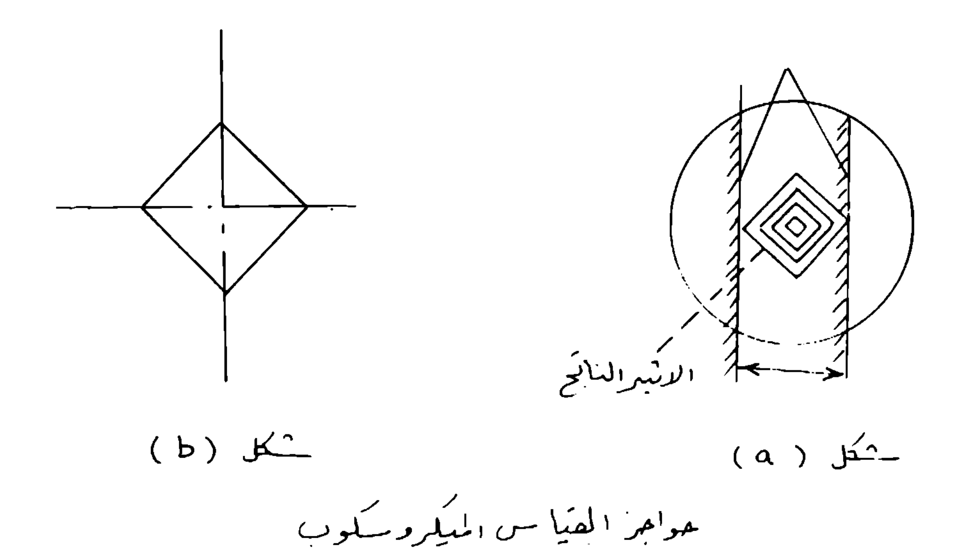
$$\text{Where } F = d^2/2 \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$H_v = 1{\cdot}854 \frac{P}{d^2} \quad (N/mm^2) \qquad ...(1)$$

كما وان هناك جداول خاصة يمكن بواسطتها تحديد قيمة (H_v) بدلالة قطر الاثر (d) .

وعند قياس قطر الاثر يجب تدوير مصد الجهاز ليكون شكل الاثر الناتج كما في الشكل رقم (a) اما لوكان الاثر كما في الشكل رقم (b) فانه يعطي نتائج غير صحيحة وقد امكن تطوير جهاز او طريقة فيكرز بحيث يمكن قياس صلادة الطبقات الرقيقة جدا (مثل الطلاء) والعينات الرقيقة جداً ، ويسمى هذا الجهاز المتطور:

Vickers Microhrdness Tester



شكل (b)   شكل (a)

حواجز القياس الميكروسكوب

خطوات التجربة :

باستخدام جهاز فيكرز الموضح بالشكل رقم (١).

١ - توضع عينة الاختيار على مصدر الجهاز (٣) ، وتدار الرأس البرجية (٩) باستخدام اليد (١) بحيث تكون اداة التغلغل (٢) فوق العينة مباشرة.

٢ - ترفع العينة الى اعلى بادارة العجلة اليدوية (١٢) ، وعندما تقترب العينة من ادارة التغلغل بمسافة معينة سيشتغل المصباح الخاص بذلك.

٣ - نختار الحمل المناسب حسب نوع المعدن المختبر وذلك بادارة يد اختبار الحمل (٤).

٤ - نضغط على زر الحمل (٥).

فنلاحظ تحرك يد تحرير الحمل (٦) الى اسفل وهذا اشارة الى انضغاط اداة التغلغل داخل العينة.

٥ - ننتظر حتى تتوقف اليد تماما ، وبعد فترة وجيزة نعيد اليد (٦) الى موضعها مرة اخرى ، ثم تدار العجلة اليدوية (١٢) مرة اخرى في الاتجاه المعاكس لخفض العينة.

٦ - تدار الرأس البرجية باستخدام اليد (١) لوضع العدسة الشيئية (١٠) مكان اداة التغلغل مع ضرورة الحرص على عدم تحريك العينة.

٧ - يتم اشعال مصباح الميكروسكوب (٨) وتضبط شدة الاضاءة باستخدام القرص الخاص بذلك (١١).

٨ - نرفع ونخفض العينة وبالنظر من العدسة العينية حتى نرى الاثر بوضوح.

٩ - يتم تعديل وضع الاثر حتى يطابق الشكل رقم (a) وذلك بادارة المصد باليد ومن ثم يتم قياس قطر الاثر (d) باستخدام الميكروميتر الميكروسكوبي (٧).

١٠ - يتم تحديد رقم فيكرز للصلادة (H_v) باستخدام القانون رقم (١) او بالاستعانة بالجداول الخاصة وبمعلومية قطر الاثر الناتج والحمل المستخدم.

تجربة رقم (٢)

طريقة برينل لاختيار الصلادة

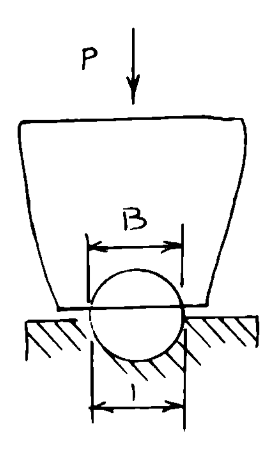
الغرض من التجربة :

استخدام جهاز برينل لقياس صلادة عينات معدنية .

وتستعمل هذه الطريقة لتحديد صلادة الاجزاء غير المقساة (غير المصلدة) كالمطروقات والمسبوكات والقطع المدرفاة وغيرها .

تركيب الجهاز :– موضح : بالشكل رقم (٣)

في هذا الجهاز تكون اداة التغلغل عبارة عن كرية من الصلب ذات قطر معلوم (D) نضبط تحت تأثير حمل استاتيكي مقداره (P) كي تتغلغل داخل سطح مستوى لامع للعينة المراد قياس صلادتها . وبعد رفع الحمل عن العينة يتم قياس قطر الأثر الناتج (d) وكما موضح بالشكل رقم (٢) .



شكل رقم (٢)

ويعتبر رقم برينل للصلادة ، هو النسبة بين العتلة المطبق على العينة (P) الى المساحة السطحية للاثر المتروك على سطح العينة (F) حيث ان : –

$$BHN = HB = P/F$$

فاذا عبرنا عن المساحة السطحية للاثر الناتج بقطر الكرة المستخدمة (D) وقطر الاثر الناتج (d) فبذلك يمكن حساب رقم صلادة برينل من المعادلة التالية :

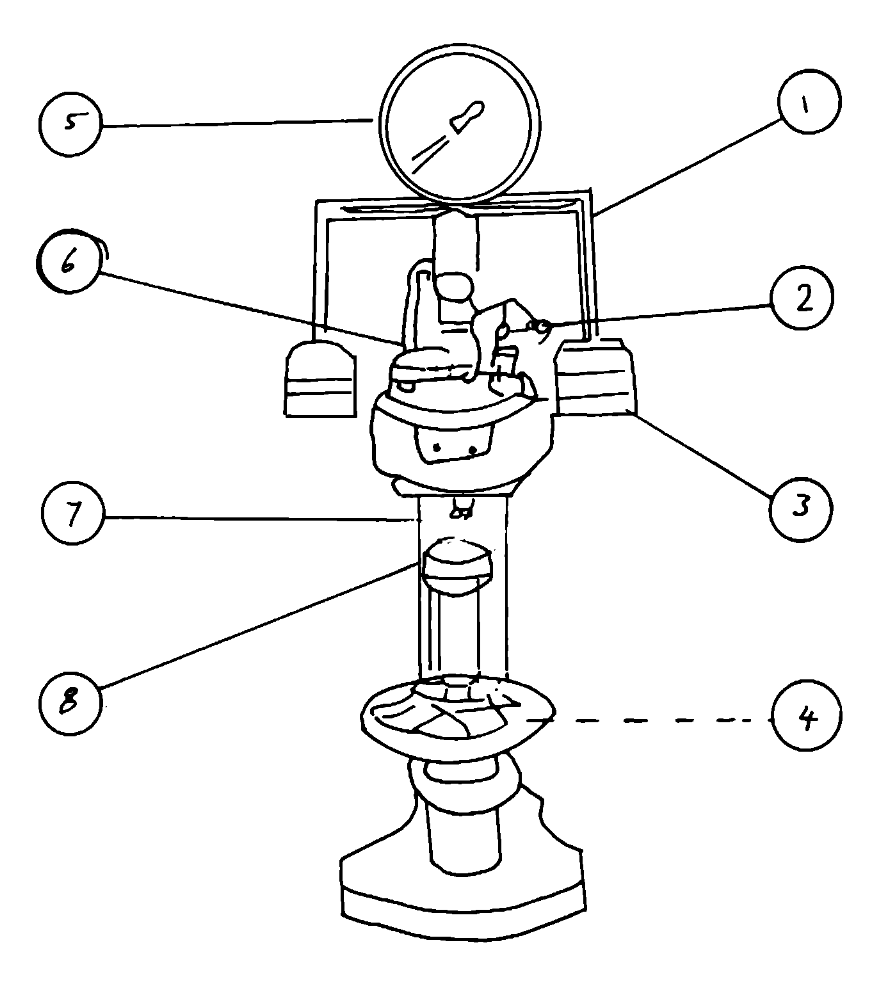
$$HB = \frac{2P}{D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad N/mm^2 \qquad ...(2)$$

وعادة لاتستخدم وحدة قياس رقم الصلادة . وتوجد جداول لايجاد رقم الصلادة مباشرة بدلالة (d) .

كما يجب ملاحظة ان هناك علاقة بين قيمة الحمل المختار وقطر الكرية المستخدمة ونوع المعدن المطلوب قياس صلادته وزمن التحمل ، الجدول التالي يوضح العلاقة بين المتغيرات

المادة	رقم الصلادة التقريبي HB	P/D^2 Kg/mm^2	مدى تأثير اقصى حمل (بالثانية)
صلب وحديد زهر	اعلى من ١٠٠	٣٠	١٠ – ٣٠
النحاس النقي وسبائكه وسبائك الالمنيوم	٣٠– ٢٠٠	١٠	٣٠
الالمنيوم	١٥– ١٠٠	٥	٦٠
القصدير والرصاص وسبائكها	٣– ٢٠	١	اكثر من ٦٠

ويجب ملاحظة ان هناك ثلاثة اقطار مختلفة لكرة القياس هي :
(٥ - ٢ - ٥ - ١٠ ملم) ويتم تحديد قطر الكرة المستخدمة في الاختبار تبعاً لسمك العينة المعدنية.



شكل رقم (٣)

1 - ذراع لوضع الاثقال
2 - مكبس يدوي
3 - الاثقال
4 - عجلة يدوية
5 - مقياس الضغط
6 - صمام
7 - اداة التغلغل
8 - مصد العينات

خطوات التجربة :

باستخدام جهاز برينل الموضح بالشكل رقم (٣) .

١ . يتم اختبار قطر الكرة المستخدمة في الاختبار (D) حسب سمك عينة الاختبار.

٢ . نحدد مقدار الحمل المناسب حسب نوع المعدات وقطر الكرة المستخدمة وبالاستعانة بالجدول السابق .

٣ . توضع الاثقال (٣) في مكانها اعلى الذراع الخاص بذلك (١) بحيث يكون توزيع الاثقال متساوي على طرفي الذراع .

٤ . توضع العينة في مصد الجهاز (٨) وترفع لاعلى بادارة العجلة اليدوية (٤) حتى يتم التلامس بين سطح العينة واداة التغلغل (٧) .

٥ . نتأكد من غلق الصمام (٦) ، ثم نرفع ونخفض المكبس اليدوي (٢) ببطئ وبذلك يتم تسليط ضغط استاتيكي على عينة الاختبار، ونستمر في ذلك حتى يصل مؤشر مقياس الضغط (٥) الى اقصى حمل مختار (P) .

٦ . بعد مرور فترة زمنية مناسبة نفتح الصمام (٦) قليلا حتى يعود الزيت الى الخزان وبذلك يرفع الضغط على العينة .

٧ . ترفع العينة ثم نقيس قطر الاثر (d) المتروك على سطح العينة باستخدام ميكروسكوب ضوئي مركب على الجهاز. او موجود بصورة مستقلة

٨ . يتم تحديد رقم برينل للصلادة (HB) باستخدام القانون رقم (٢) ، او باستخدام الجداول الخاصة وبمعلومية قطر الاثر الناتج والحمل المستخدم .

تجربة رقم (٣)

طريقة روكويل لاختبار الصلادة
Rockewl Harnes Test

الغرض من التجربة :

استخدام جهاز روكويل لقياس صلادة عينات مختلفة. وتعتبر هذه الطريقة حالياً أبسط واكثر انتشاراً من الطرق السابقة نتيجة لسهولة استخدام هذا الجهاز وللحصول على رقم الصلادة مباشرة من تدريج الجهاز، ولامكان استخدامها لكل انواع المعادن

تركيب ووصف الجهاز : موضح بالشكل رقم (٥).

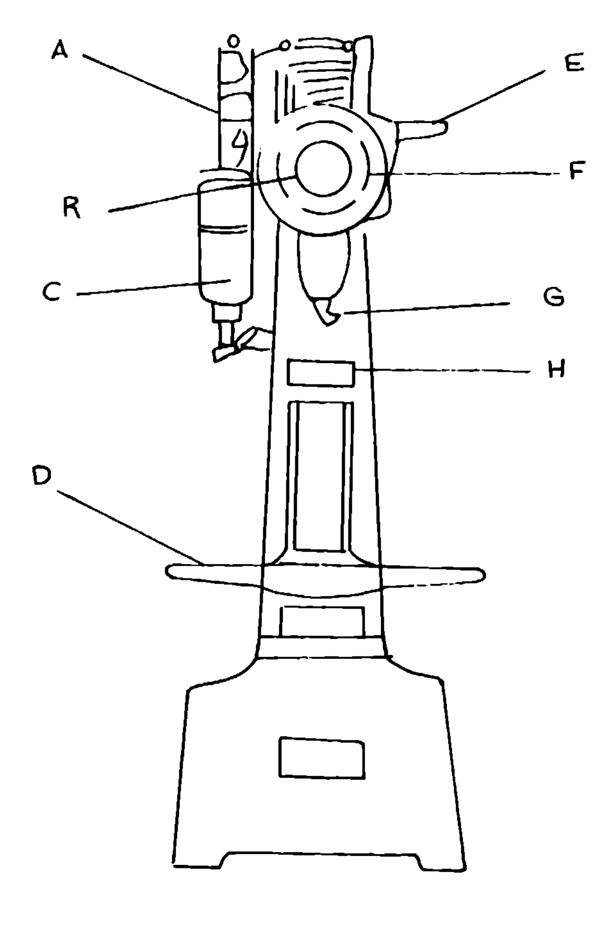
اداة التغلغل في هذا الجهاز اما مخروط من الماس زاوية راسه (١٢٠°) يستخدم لاختبار المعادن شديدة الصلادة. اوكرة صغيرة من الصلب المصلد قطرها (1.59 mm) تستخدم لاختبار المعادن الاقل صلادة.

وفي هذه الطريقة تحسب الصلادة على اساس عمق الاثر الناتج من ضغط اداة التغلغل بداخل عينة الاختبار، حيث يتم ضغط اداة التغلغل اولا تحت تأثير حمل ابتدائي (P_o) قدره (10 kg) ، ثم تحت تأثير حمل رئيسي (P_1) وبهذا فأن الحمل الكلي المسلط على العينة ($P=P_o+P_1$).

وتقاس المعادن الصلدة باستخدام المخروط وتحت تأثير حمل كلي مقداره (150kg) بينما تختبر المعادن قليلة الصلادة باستخدام الكرة وتحت تأثير حمل كلي مقداره (100kg).

ورقم روكويل للصلادة يتناسب مع الفرق بين عمقي الاثرين الناتجين من تأثير الحمل الابتدائي (P_o) والحمل الكلي (P) وهو مايؤشره مؤشر الجهاز مباشرة. حيث يستخدم التدريج الذي يحمل الرمز -C- لتعيين رقم الصلادة باستخدام المخروط ويرمز لرقم الصلادة بالرموز (H.R.C.) ويستخدم التدريج الذي يحمل الرمز -B- لتعيين رقم الصلادة باستخدام الكرة ويرمز له بالحرف (H.R.B) وفي بعض الاجهزة يوجد تدريج

اضافي يحمل الرمز (A) ويستخدم في هذه الحالة المخروط الماسي كاداة تغلغل لقياس صلادة المعادن شديدة الصلادة ذات المقاطع الرقيقة ، ويسلط هذه الحالة حمل كلي مقداره (60 kg) فقط . وعادة فان كل تدريج يكون له لون مختلف عن الآخر.



شكل رقم (٥)

A– مؤشر كبير
B– مؤشر صغير
C– وعاء الزيت
D– عجلة يدوية لتحريك المصد
E– يد لتحرير الحمل
F– تدريج لقياس رقم الصلادة
G– اداة التغلغل
H– مصد العينات

خطوات التجربة :

باستخدام جهاز روكويل الموضح بالشكل رقم (٥).

١- يتم تركيب اداة التغلغل (G) المطلوب استخدامها حسب نوع المعدن المختبر ثم توضع الاثقال في موضعها خلف الجهاز وحسب ظروف الاختبار.

٢- توضع العينة على مصد الجهاز (H) وترفع لاعلى بادارة العجلة اليدوية (D) حتى يحدث التلامس بين العينة واداة التغلغل.

٣- نستمر في ضغط اداة التغلغل داخل العينة وذلك بملاحظة تحرك المؤشر الصغير (B) حتى يستقر في منتصف النقطة الحمراء الموجودة على تدريج الجهاز بذلك تكون العينة واقعة تحت تأثير الحمل الابتدائي (P_o).

٤- تصفر المؤشر الكبير (A) على صفر التدريج الاسود الذي يحمل الحرف -C- في حالة استخدام المخروط الماسي كاداة تغلغل ، اما في حالة استخدام الكرة الصلب فيصفر المؤشر مع التدريج الاحمر الذي يحمل الحرف -B-.

٥- يحرر الحمل الرئيسي (P_1) وذلك بادارة اليد بذلك (E) فنلاحظ دوران المؤشر الكبير.

٦- بعد توقف المؤشر الكبير عن الحركة تماما يتم رفع الحمل (P_1) عن العينة مرة اخرى وذلك بارجاع يد تحرير الحمل (E) الى وضعها الاول فنلاحظ تحرك المؤشر الكبير مرة اخرى.

٧- نعين رقم الصلادة مباشرة من على تدريج الجهاز (F) باستخدام التدريج الاسود في حالة استخدام المخروط (H.R.C) او باستخدام التدريج الاحمر في حالة استخدام الكرة (H.R.B).

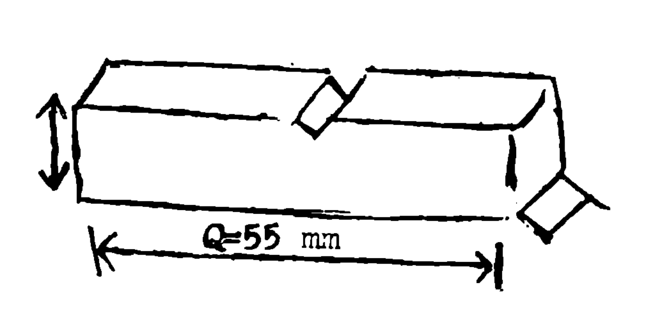
تجربة رقم (٤ ، ٥)

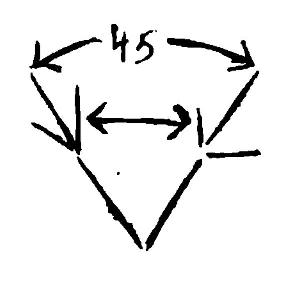
اختبار الصدمة
Impact Test

الغرض من التجربة :

تحديد متانة المعدن Tonghness وهي خاصية مقاومة المعدن للكسر عند تعرضه للاجهادات المفاجئة .

- × وهذه الخاصية – وكذلك عكسها وهي المشاشية ويمكن ملاحظتها وحسابها في هذا الاختبار بسهولة وبدقة . ولذا فان هذا الاختبار لايصلح للمعادن اللينة .
- × وتستخدم لهذا الاختبار عينات ذات شكل قياسي موحد ، وبها حز في منتصف احد جانبيها ، والشكل رقم (٦) يوضح الابعاد القياسية للعينة .

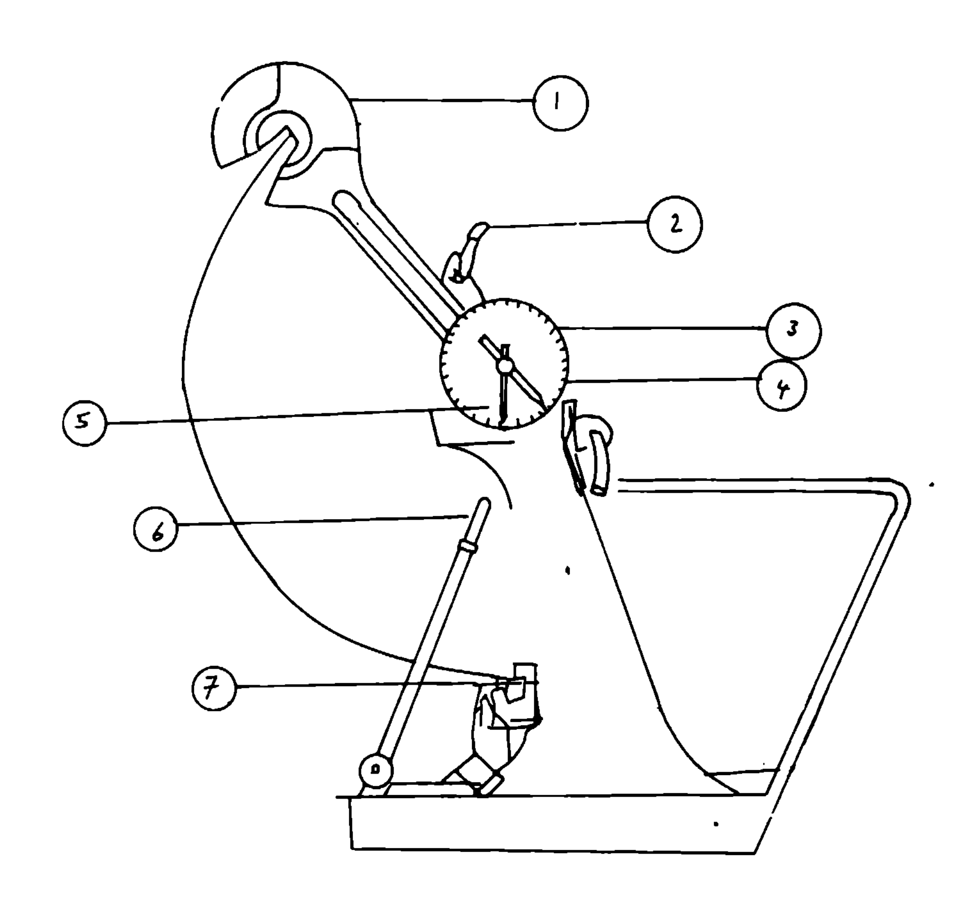




شكل رقم (٦)

وصف وتركيب الجهاز :

- × يجرى هذا الاختبار الديناميكي على جهاز خاص كالموضح بالشكل رقم (٧) ، حيث يتم كسر عينة من المعدن بواسطة صدمها ببندول ثقيل يسقط عليها من ارتفاع محدد وثابت .



شكل رقم (٧)

1 – البندول (المطرقة)
2 – يد لتحرير البندول
3 – تدريج الزوايا
4 – مؤشر لزاوية السقوط α
5 – مؤشر لزاوية الارتداد (B)
6 – ذراع لايقاف البندول
7 – عينة الاختبار

وهناك طريقتين مختلفتين لاختبار الصدمة هما : -

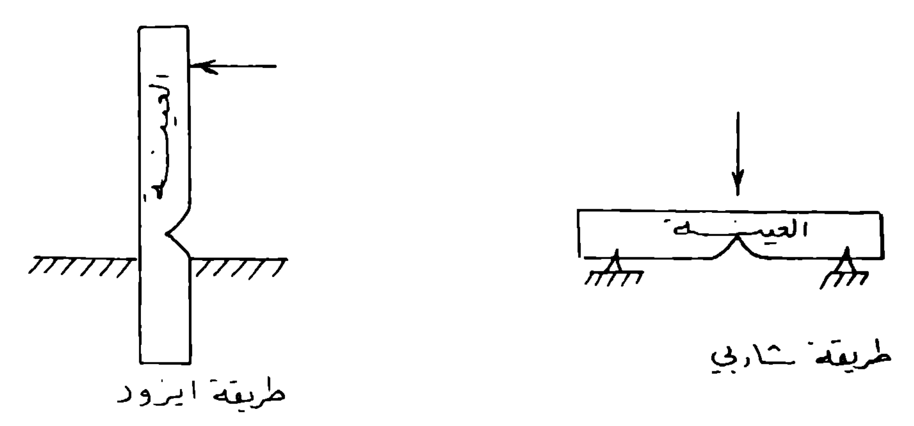
١ . اختبار شاربي : - **Charpy Test**

وفي هذا الاختبار تثبت العينة في مكانها في وضع افقي مستعرض بحيث يكون الحز عكس اتجاه سقوط البندول عند الصدم .

٢ . اختبار ايزود : - **Izod Test**

وفي هذا الاختبار تثبت العينة في وضع عمودي ، بحيث يكون الحز مقابل اتجاه سقوط المطرقة عند الصدم .

(والشكل رقم ٨) يوضح طريقة وضع العينة في كلا الاختبارين .



شكل رقم (٨)

ولحساب مقاومة المعدن للصدمات نطبق في المعادلة التالية : -

$$R = \frac{E}{A} \ kg . m / cm^2 \qquad ...(3)$$

حيث : -

R – مقاومة المعدن (كغم . م/ سم^٢)

E – الشغل المبذول في كسر العينة (كغم . م)

A – مساحة مقطع العينة مكان الكسر (سم^٢)

$$E = Wh_1 - Wh_2$$
$$= W(h_1 - h_2)$$
$$= WL(\cos\alpha - \cos\beta)$$

حيث : -

W – وزن البندول (كغم)

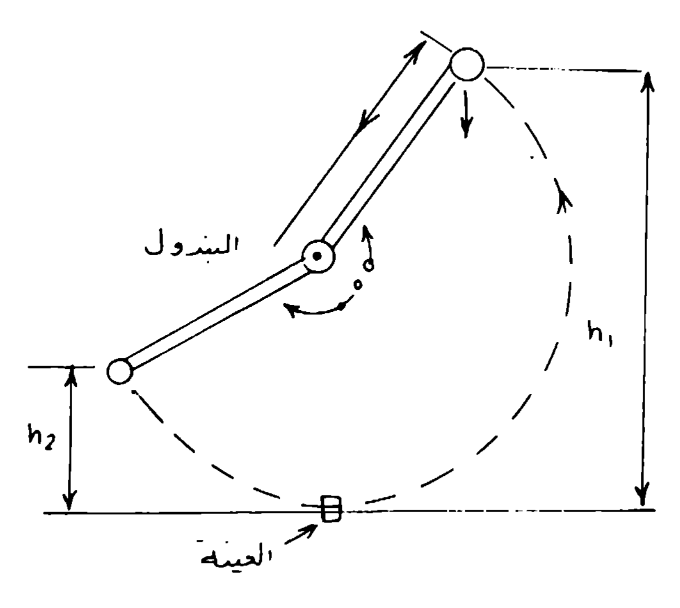
L – طول البندول (م)

α – زاوية ارتفاع البندول قبل الصدمة

β – زاوية ارتداد البندول بعد الصدمة وكسر العينة .

وحيث ان وزن البندول وطوله مقادير ثابتة وكذلك ايضا زاوية ارتفاع البندول قبل الصدمة لذا فان بمعلومية زاوية ارتداد البندول بعد الصدمة يمكن ايجاد قيمة (E) مباشرة باستخدام جداول خاصة .

والشكل رقم (٩) يوضح طريقة اجراء التجربة وحساباتها .



شكل رقم (٩)

خطوات التجربة : -

باستخدام جهاز شاربي المبين بالشكل رقم (٧) ، وبالاستعانة بعينة اختبار قياسية .

١- يتم تحديد مساحة مقطع العينة في منطقة الكسر (منطقة الحز) قبل اجراء التجربة .

٢- يتم رفع البندول (١) الى اعلى ، ويبين المؤشر (٤) زاوية الرفع (α) على التدرج الاحمر للجهاز، وهي زاوية ثابتة تعادل (١٤١٠٥ْ) .

٣- توضع العينة (٧) في مكانها بصورة افقية ، وبحيث يكون الحز عكس اتجاه سقوط المطرقة (١) .

٤- يتم ضبط المؤشر (٥) بصورة تمكننامن قياس زاوية الارتداد (B) .

٥- يضغط على يد تحرير البندول (٢) فتهوى المطرقة بسرعة وتصدم العينة فتكسرها وترتد الى الجهة الاخرى ويؤشر المؤشر (٥) الى زاوية ارتداد على التدريج الاسود .

٦- يتم ايقاف البندول عن التردد وذلك بسحب اليد الخاصة بذلك (٦) للخارج .

٧- بمعلومية زاوية الارتداد (B) وباستخدام جداول خاصة يمكن ايجاد قيمة الشغل المبذول في كسر (E) .

٨- بمعلومية مساحة مقطع العينة في منطقة الكسر، وبمعلومية (E) ويمكن تحديد مقاومة المعدن للصدمات (R) بالتطبيق في القانون رقم (٣) .

تجربة رقم (٦)

أختبار الشد

Tension Test

الغرض من التجربة :

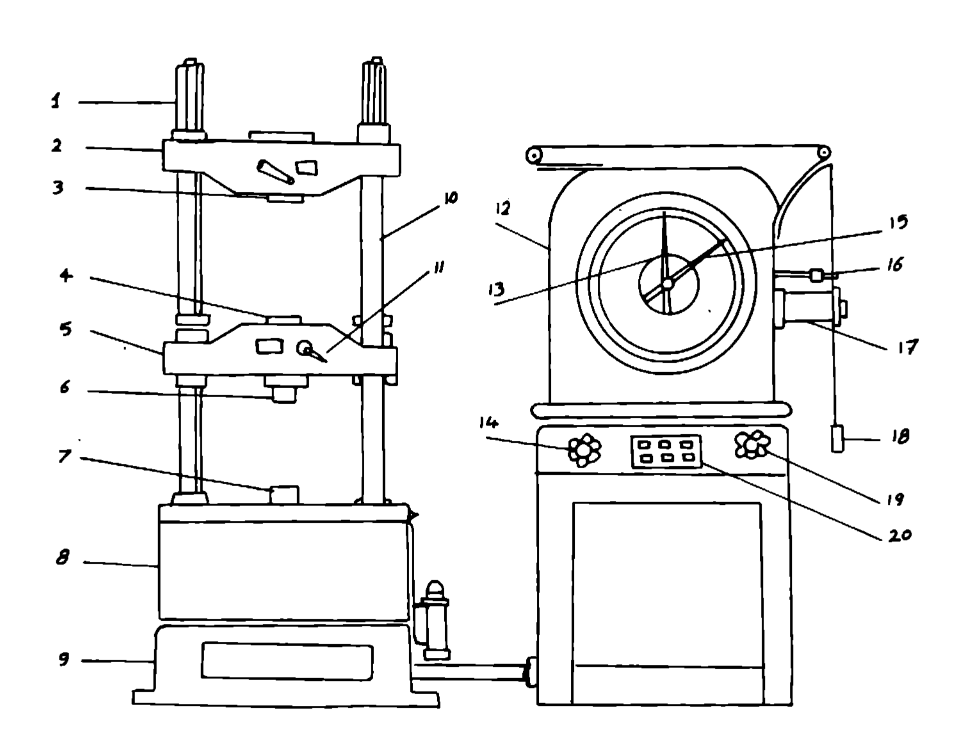
لتعيين بعض الخواص الميكانيكية العامة للمعادن على ضوء دراسة منحنى الاجهاد الانفعال الذي نحصل عليه من هذه التجربة واهم هذه الخواص هي خاصية المرطبلية (قابلية السحب D tility) .

تركيب ووصف الجهاز:

وتستخدم لهذا الاختبار ماكينات خاصة (كما في الشكل رقم (١٠) وهي تتكون عادة من جزئين رئيسين : –

A – وحدة لاحداث الحمل المؤثر على العينة بواسطة وسائل هيدروليكية او ميكانيكية .
B – وحدة لقياس مقدار الحمل المؤثر على العينة .

كما وتزود هذه الماكينات عادة بوسيلة لتسجيل التغيرات التي تحدث في طول العينة (الانفعال Strain) بالنسبة للاجهادات Stress المسلط على الغينة وهو مايسمى بمنحنى الاجهاد – الانفعال . Stress-Strain Diagram



شكل (١٠)

1 -- عمود ملولب

3 - وصلة ذراع سفلى

5 - وصلة ذراع عليا

7 - قرص الضغط العلوي

9 - الفرش

11 - يد لفتح القابض

13 -- مؤشر التحميل

15 -- مؤشر اقصى حمل

17 - بكرة لتسجيل التغيرات

19 - صمام التحميل

2 - قابض لقم علوي

4 - قرص الضغط السفلي

6 - قابض لقم سفلي

8 - العينة

10 - عمود غير ملولب

12 - خيط رفيع

14 - صمام تحرير الحمل

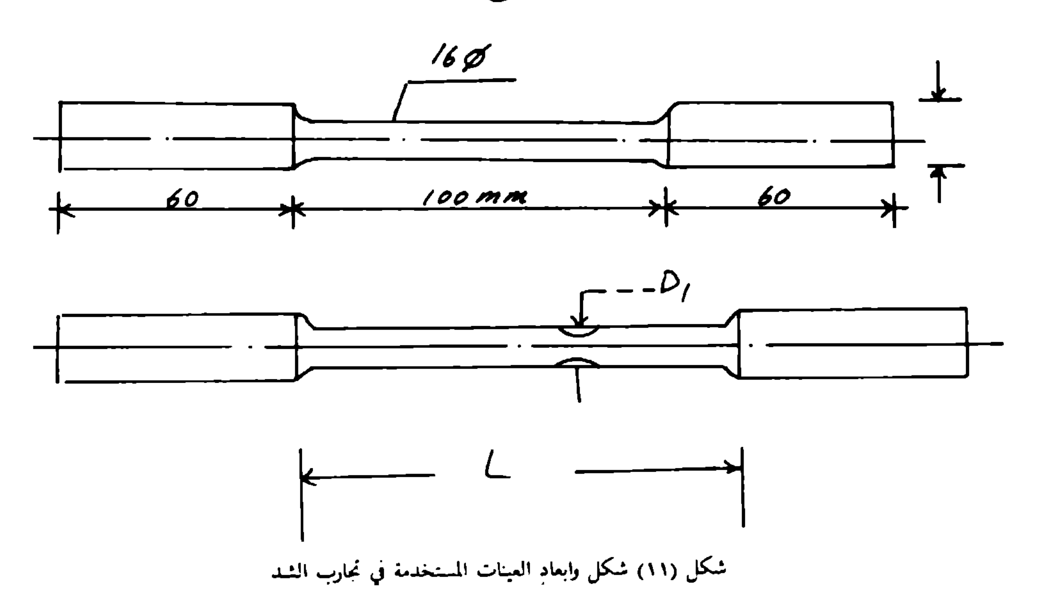
16 - ماسك القلم

18 - وزن التعجيل

20 - لوحة التشغيل

وصف عينة الشد : -

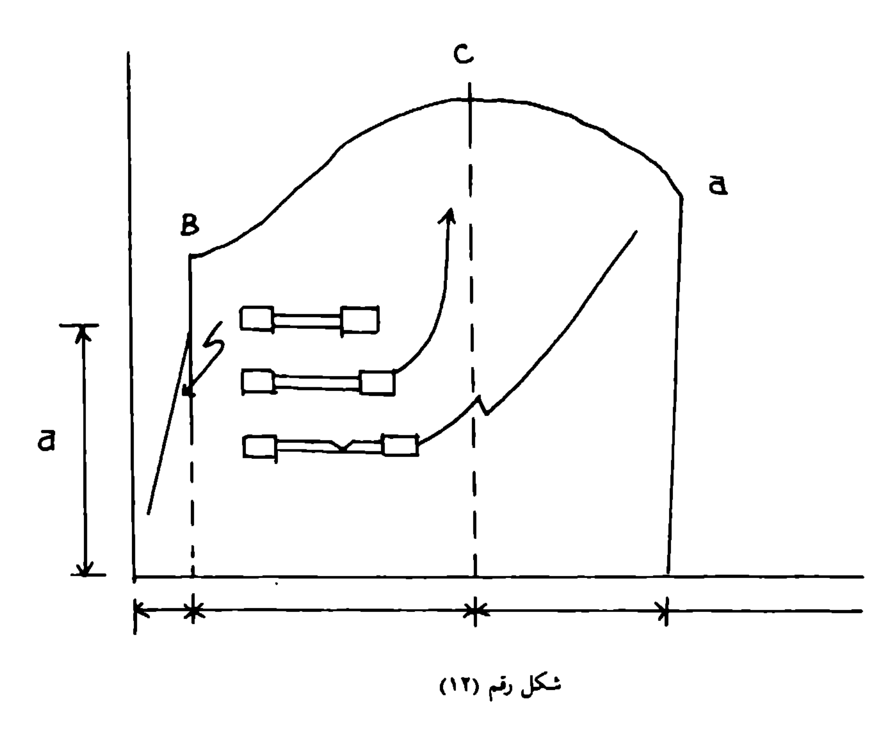
وتستخدم لهذا الاختبار عينات قياسية ذات ابعاد ثابتة حتى يسهل تثبيتها بين مقبضي الجهاز، وهذه العينات تكون دائرية المقطع او مربعة او مستطيلة المقطع ولكن عادة تستخدم العينات ذات المقطع الدائري حيث انها تعطي نتائج ادق والشكل رقم (١١) يبين شكل وابعاد العينة القياسية ذات المقطع الدائري قبل وبعد اجراء الشد عليها.



شكل (١١) شكل وابعاد العينات المستخدمة في تجارب الشد

منحنى الاجهاد- الانفعال : Stress-Strain Diagram

الشكل رقم (١٢) يوضح منحنى الاجهاد- الانفعال المثالي الذي يتم الحصول عليه من ماكينة الشد عند اختبار عينة من الصلب الطري المخمر (الصلب منخفض الكربون C



شكل رقم (١٢)

ومن المنحني السابق يمكن تحديد النقاط التالية : -

النقطة (a) : حد المرونة	Elastic Li,it
النقطة (b) : نقطة الخضوع	Yield Point
النقطة (c) : اقصى قوة شد	Mex.Tensile Force
النقطة (d) : نقطة الكسر	Breaking Point

وكما نرى من الشكل ان المنحني ينقسم الى ثلاثة مناطق : -

منطقة التشكيل المرن	Elastic deformation
منطقة لتشكيل اللون	Plastic deformation
تكوين الرقبة	Necking

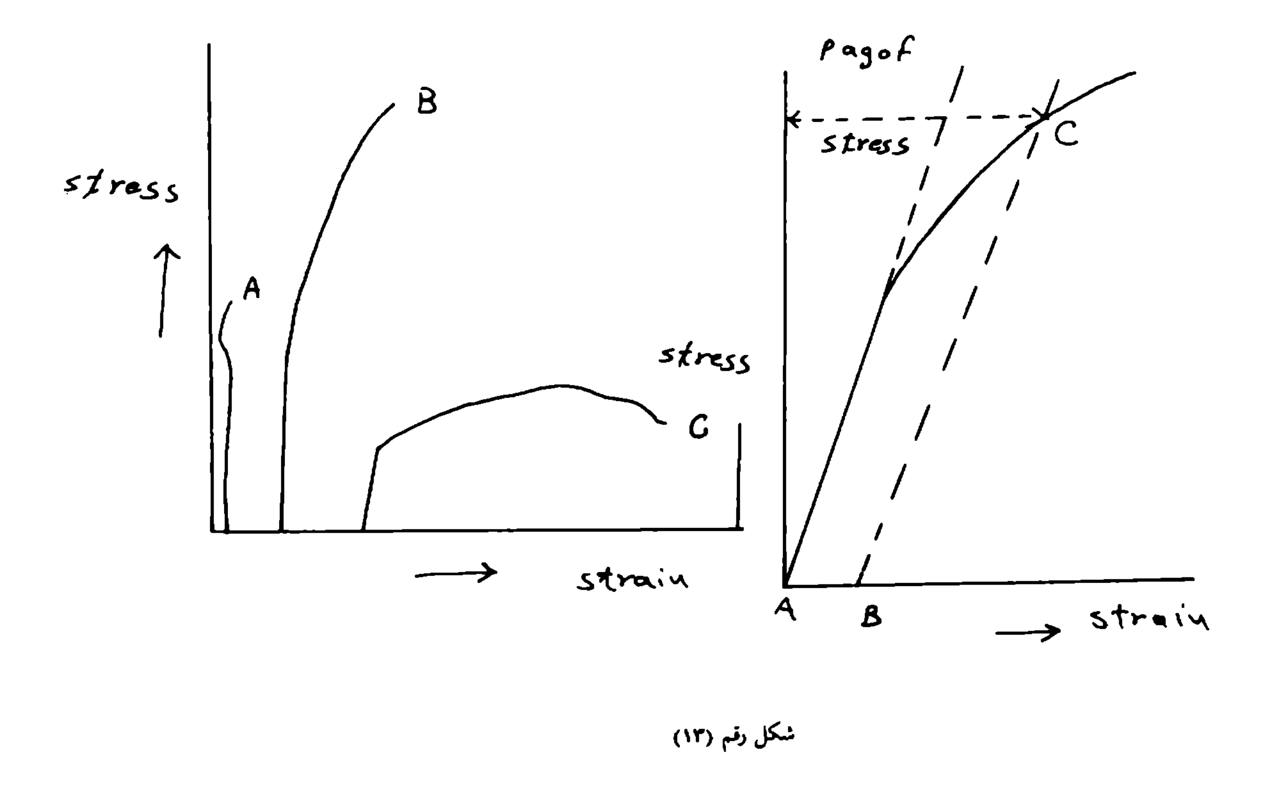
والمرحلة الاولى من التشكيل التي يتعرض لها المعدن اثناء اختبار الشد تبدأ من النقطة (o) وحتى النقطة (a) ، اما المرحلة الثانية من التشكيل فتبدأ من النقطة (b) وحتى النقطة (C) فأن المعدن يتعرض الى تشكيل غير منتظم حيث تبدأ ظهور الرقبة Neck ، وتستمر هذه المرحلة من التشكيل حتى يحدث الكسر عند النقطة (d).

وكما ذكرنا سابقا فان هذا المنحني يمثل حالة مثالية ، اما في بعض الحالات التي نقابلها عمليا فقد لاتتحمل على هذا المنحنى بهذه الدقة وخاصة عند اجراء اختبار الشد على السبائك المعدنية التي يجرى عليها معاملات حرارية. والشكل رقم (١٣) يوضح تأثير المعالجات الحرارية على منحني الاجهاد- الانفعال للصلب الكربوني.

تأثير المعالجات الحرارية
على منحنى الشد للصلب الكربوني
(A) بعد التقسية
(B) بعد التقسية والمراجعة
(C) عينة مخمرة

ونظرا لما لنقطة الخضوع من اهمية هندسية لاتقل عن اهمية حساب تقصي تحمل للشد فقد كان من الضروري تحديد الجهد الذي يمثل مقداراً معيناً ضئيلاً من الاستطالة الدائمة المسموح بها كبديل عن نقطة الخضوع (في حالة المعادن والسبائك التي لايظهر لها نقطة خضوع بمنحني الشد كما بالحالة الممثلة بالشكل (١٣).

ويسمى الجهد البديل عن نقطة الخضوع في هذه الحالة. بالجهد المبرهن Proof Stress.



شكل رقم (١٣)

خطوات التجربة :

بأستخدام ماكينة الشد المبينة بالشكل رقم (١٠) ، وبالاستعانة بعينة شد قياسية .

١- يتم قياس طول العينة (Lo) وقطرها (D_o) قبل أجراء التجربة .

٢- يختار الحمل المناسب حسب نوع المعدن المختبر. والاحمال الفعالة في الجهاز هي (٢ ، ٥ ، ١٠ ، ٢٠) طن .

٣- يتم رفع وصلة الذراع السفلى ميكانيكياً باستخدام زر الرفع الموجود على لوحة التشغيل (٢٠) ، ثم نثبت العينة في مكانها بين قابضا اللقم العلوي والسفلي (٤ ، ٥) بحيث تكون العينة عمودية تماما .

٤- نصفر مؤشر التحميل (١٣) وكذلك مؤشر اقصى حمل (١٥) بحيث يكون الثاني على يمين الاول .

٥- نتأكد من غلق الصمامات (١٤ ، ١٩) .

٦- يتم التأكد من نظام نقل الحركة ورسم المنحني (١٢ ، ١٦ ، ١٧ ، ١٥) ونضع القلم في مكانة الخاص (١٦) لرسم المنحني .

٧- نبدأ بتشغيل محرك مضخة دفع الزيت بضغط الزر الخاص بذلك والموجود على لوحة التشغيل . ثم نبدأ في فتح صمام التحميل (١٩) ببطئ حتى يبدأ مؤشر التحميل (١٣) في التحرك دافعا امامه مؤشر اقصى حمل (١٥) .

٨- في هذه الحالة ستكون العينة واقعة تحت تأثير اجهاد الشد حيث ترتفع صينية الماكنة (٨) هيدروليكيا لاعلى تحت تأثير اندفاع الزيت من بطن الجهاز (الفرش) . مع ضرورة منحني الشد .

٩- تستمر العينة في الاستطالة ثم تبدأ في التحضير وفي هذه الحالة يبدأ المؤشر (   ) في التراجع الى الخلف بينما يبقى المؤشر (١٥) في مكانه مؤشرا على اقصى حمل .

١٠- يستمر المؤشر (١٣) في التراجع حتى تنتهي التجربة عند ايصال العينة في منطقة التحضير .

١١- نسجل القراءات المطلوبة ، ويتم دراسة منحني الشد الناتج من التجربة .

١٢- يتم اخراج نصفي العينة ، ويقاس طولها بعد اجراء التجربة Ll وكذلك قطرها في منطقة الكسر Dl .

١٣ - نفتح الصمام الخاص بتحرير الحمل (١٤) وذلك لارجاع الزيت الى الخزان الموجود ببطن الجهاز (   ) مرة اخرى.

١٤ - بالاستعانة بالنتائج التي حصلنا عليها من التجربة يتم اجراء الحسابات التالية وهي تحدد خواص ميكانيكية هامة للمعدن ويستفاد منها كثيرا في التطبيقات العملية.

حسابات اختبار الشد : -

١ – حد الخضوع = $\frac{\text{القوة عند نقطة الخضوع}}{\text{مساحة مقطع العينة}}$ $Y.P = \frac{P_b}{A_o} N/mm^2$

٢ – اقصى تحمل الشد = $\frac{\text{اقصى قوة شد}}{\text{مساحة مقطع العينة}}$ $U.T.S = \frac{P_c}{A_o} N/mm^2$

٣ – الاجهاد عند نقطة الكسر = $\frac{\text{القوة عند نقطة الكسر}}{\text{مساحة مقطع العينة مكان العنق}}$ $B.S. = \frac{P_o}{A_o} N/mm^2$

٤ – الاستطالة النسبية = $\frac{\text{التغير في الطول الفعلي للعينة}}{\text{الطول الفعلي للعينة}}$ $B.E = \frac{\Delta L}{L_o} \times 100\ \%$

٥ – التناقص النسبي = $\frac{\text{التغير في مساحة مقطع العينة}}{\text{مساحة مقطع العينة الاصلي}}$ $B.R = \frac{\Delta A}{D_o} \times 100\ \%$

$$= \frac{\Delta D^2}{D_o^2} \times 100\ \%$$

تجربة رقم (٧)
قياس اجهاد اللي

الغرض من التجربة :

استخدام جهاز اللي لعينة لقياس اجهاد اللي

الجهاز المستخدم : قياس اجهاد اللي لعينة

نظرية التجربة :

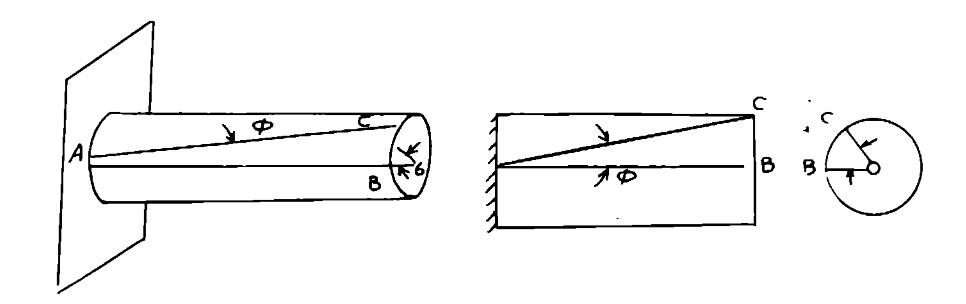
اذا اثر عزمين متعاكسين في الاتجاه ويقعان في مستويين متوازيين ويدوران حول محور العينة ، يعرف هذا بحمل اللي. ولتوضيح ذلك سنفرض ان هناك عمود نصف قطره R وطوله L يؤثر عليه عزم لي مقداره T عند احد نهايته بينما النهاية الاخرى للعمود مثبته ونتيجة لوجود العمود في حالة اتزان يحدث لي عند سطح التثبيت يساوي مقدار عزم اللي المؤثر ويكون في اتجاه مضاد له.

نفرض ان الخط AB يوجد على سطح العمود ويكون موازيا لمحور العمود قبل حدوث اي عزم على العمود ، ولكن بعد حدوث عزم اللي ، فان الخط سيأخذ الوضع AC حيث ان الزاوية φ هي CAB حيث تمثل زاوية انفعال القص وهي زاوية صغيرة جدا كذلك فان :-

$$\text{Tan}\ \varphi = \frac{BC}{AB} = \frac{BC}{L}$$

ولكون θ صغيرة جدا فان

$$\text{Tan}\ \varphi = \varphi = BC / L$$



ويفرض ان الزاوية BOC هي الزاوية الناتجة عن حركة نصف القطر OB بعد حدوث الانفعال .
مع فرض الزاوية BOC تساوي θ
واجهاد القص على سطح العمود = Zs

$$E = \frac{Z_s}{\;} = \frac{Z_s}{\theta} = \varphi$$

$$\varphi = BC/L$$

$$BC = R.\theta$$

حيث ان :-

$$\therefore Z_s = \frac{R\,\theta}{L} . E$$

من الشكل نجد ان :-

$$\frac{Z_s}{R} = \frac{E\,\theta}{L}$$

وفي حالة حدوث تغير للخط الموجود على السطح الخارجي ، فسيحدث عندها تغيير في العمود عند نصف القطر R واعتبار ان g هو مقدار اجهاد القص عند نصف القطر R فان العلاقة السابقة يمكن كتابتها كما يلي/ -) .

$$\frac{g}{R} = \frac{E\,\theta}{L}$$

حيث ان : -

g - اجهاد القص وهو ثابت متناسب مع نوع المعدن .

L - طول العمود .

E -- معامل يونك يتناسب مع نوع المعدن .

θ - زاوية اللي (بالزوايا نصف قطرية) .

R - نصف قطر العمود .

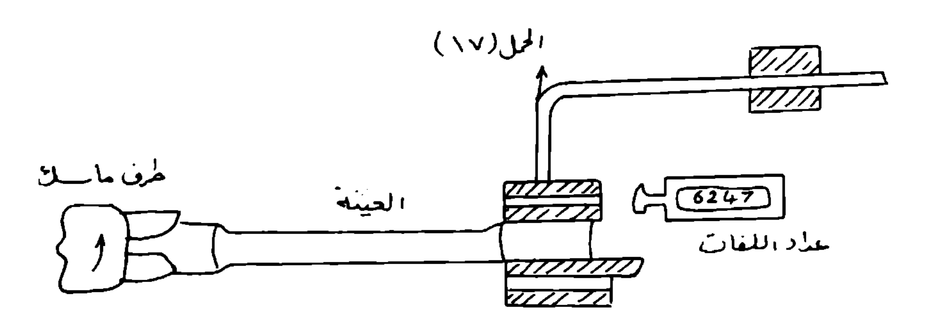
ومن الممكن حساب العزم T الذي يسبب اجهاد اللي كما يلي :

$$T = \frac{g J}{R \theta}$$

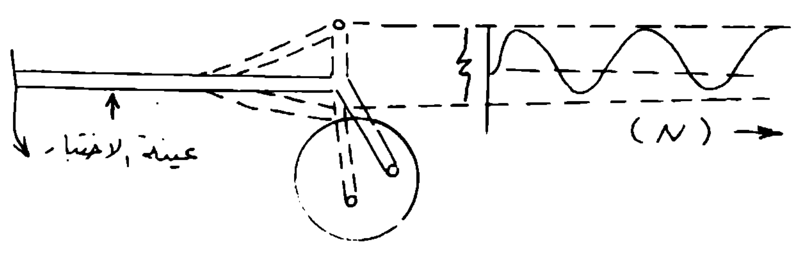
وبذلك يمكن اعادة صيغة المعادلة الى وكما يلي :

$$\frac{T}{J} = E/L$$

عزم القصور الذاتي وهي تساوي في حالة العمود الدائري المقطع وتستخدم لهذا الاختبار ماكينات خاصة وعينات بأشكال وابعاد قياسية وعادة تكون العينات اثناء الاختبار على شكل كابول Cantilivcr حيث يتم امساكها من قابض لقم من طرف ، اما الطرف الاخر الحر للعينة فيكون واقع تحت تأثير حمل متردد W يتغير كل ١٨٠° اثناء دوران العينة والشكل رقم (A ١٤) يوضح الرسم التخطيطي لماكنية اختبار الكلال والشكل (B ١٤) يوضح كيفية تطبيق الحمل المتردد المستخدم على العينة .



شكل (١٤ - A)



شكل رقم (١٤ – B)

طريقة تعيين اجهاد اللي : –

١ – تجهيز عدة عينات لغرض الفحص ذات مواصفات وابعاد خاصة بالجهاز.

٢– يتم تركيب العينة الاولى بالجهاز وتختبر عند اجهاد يساوي بالنسبة للعينات الحديدية ، اما بالنسبة للعينات الغير حديدية فتختبر العينات تحت اجهاد

$\sigma_1 = \sigma_u \times \sigma_{14}$

حيث = اقصى اجهاد شد يمكن ان تتحمله المادة.

٣– يظل هذا الاجهاد ثابتا طول التجربة حتى تنكسر العينة وتحدد N عدد اللفات (الدورات) التي تنكسر بعد وذلك من عداد اللفات بالجهاز.

٤– تركب عينة ثانية بالجهاز بشرط تقليل الاجهاد الذي سيتم الاختيار فيه بمقدار kg/ mm^2 (٤ – ٢) مقدار N .

٥– وهكذا نستمر الى ان تنتهي العينات.

القرارات والنتائج :

بعد استكمال التجربة يجب مراعاة مايلي :

١ -- ارسم العلاقة بين تغير الاجهاد وعدد الدورات N .

٢ اوجد العزم المسبب لعزم اللي لكل حالة.

تجربة رقم (٨)
قياس الجهاد القص

الهدف من التجربة :

تدريب الطالب على كيفية قياس اجهاد القص واستخدام الماكنة الخاصة بذلك .

الجهاز المستخدم : جهاز قياس اجهاد القص

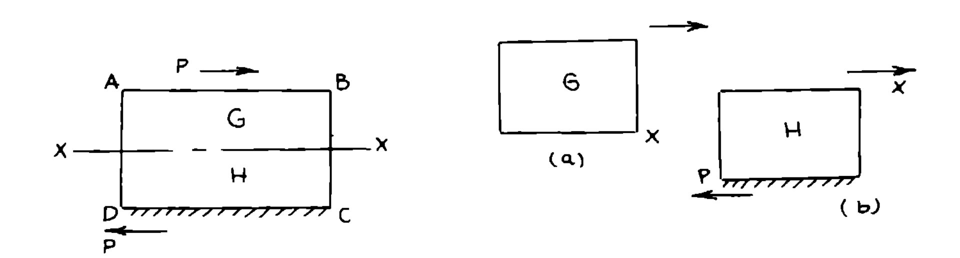
نظرية التجربة :

لمعرفة ماذا يعني اجهاد القص ، سوف نقوم بدراسة الشكل الموضح وهو عبارة عن متوازي مستطيلات ثبت من اسئلة بالسطح الذي تحته ، مع فرض ان القوة P تؤثر في اعلى متوازي المستطيلات فسوف ينتج عنها كرد فعل قوة مساوية لها وتؤثر في السطح الاسفل ولكن تعاكسها بالاتجاه . ولو اعتبرنا ان متوازي المستطيلات مكون من جزئيين هي H, G والخط الفاصل بينها هو المحور X – X وبدراسة الجزء الاعلى من متوازي المستطيلات فوجدناه في حالة اتزان والالتحرك هذا الجزء نتيجة لتأثير القوة P التي تؤثر على الجزء G لذلك فمن الضروري وجود قوة اخرى لنفرضها تساوي R معاكسة للقوة P وتدعى بالقوة المقاومة عند المقطع وكذلك عند دراسة الجزء H . ولو فرضنا ان الجزء العلوي من متوازي المستطيلات قد تحرك نتيجة لتأثير القوة P . فهذا يعني ان الجسم قد انقطع الى جزئين اي حدث له عملية عند المحور X – X ومن الممكن ايجاد مقدار اجهاد القص الموجود في هذه الحالة من معرفة المقاومة التي تعمل على عدم حدوث الانهيار وفي حالة الاتزان فان : –

$$P = R$$

$$Z.R \quad A = P \quad A$$

$$P \rightarrow B$$



ولكون اجهاد القص Z_s يعرف بانه القوة/مساحة المقطع الذي يقع عليه القص.

طريقة تعيين اجهاد القص : –

١ – تجهز عدة عينات لغرض الفحص (بمساحة مقاطع مختلفة).
٢ – يتم تركيب العينة الاولى على الجهاز.
٣ – نختار حمل معين مسلط.
٤ – يبقى هذا الحمل ثابتا خلال التجربة حتى انكسار العينة.
٥ – تكرر التجربة للعينات الاخرى ولكن باحمال اخرى.

القراءات والنتائج :

بعد استكمال التجربة. أوجد؟
١ – علاقة مساحة مقطع العينة والقوة المسلطة.
٢ – احسب اجهاد القص في كل حالة.

تجربة رقم (٩)
ايجاد العلاقة بين القدرة المنقولة والعزم

هدف التجربة : –

تهدف التجربة الى الاستنباط عمليا عن طبيعة العلاقة بين القدرة المنقولة والعزم .

الجهاز المستخدم : –

جهاز قياس القدرة .

نظرية التجربة : –

دعنا نفترض وجود عمود بسرعة معينة (عدد الدورات N) ونتيجة لوجود احمال عليه فأنه سينقل عزما قدره T والشغل المبذول في هذه الحالة ، سيكون مساويا لحاصل ضرب لازاحة الزاوية والعزم .

$$W = T . 2\pi N$$

اذن فالقدرة التي ستنقل هي المعدل الزمني للشغل المبذول حيث ستكون

$$p = \frac{2\pi N T}{60} \text{ Watt}$$

$$= T . W$$

حيث ان :

T = العزم المنقول عبر المحور.

N = عدد دوران المحور.

P = القدرة المنقولة عبر المحور.

طريقة عمل التجربة : -

١ - تأكد من ربط الجهاز بصورة صحيحة .

٢ - افصل الاحمال المسلطة ، عن طريق الكابح .

٣ - ابدأ بتشغيل المحرك . واتركه فترة زمنية لغرض الاستقرار.

٤ - تحت حالة انعدام الحمل ، اوجد N. T .

٥ - اوصل الاحمال المسلطة ، سنلاحظ الانخفاض اللحظي لعدد دورات العمود .
اوجد العزم ، وسرعة الدوران N .

٦ - كرر التجربة باختلاف نوعية الاحمال المسلطة .

القراءات والنتائج : -

بعد استكمال التجربة ، اوجد ؟

١ - علاقة T ، N باختلاف الاحمال .

٢ - اوجد P في كل حالة .

تجربة رقم (١٠)
اجهزة قياس الضغط

هدف التجربة :

تعرف الطالب على انواع اجهزة قياس الضغط المتوفرة .

المقدمة :

الضغط هو القوة العمودية المؤثرة على وحدة المساحة من السطح . ويقاس بالنظام الدولي بوحدات نيوتن / م٢ (N/m^2) وتدعى احيانا بوحدة باسكال ويمكن تحويل وحدات الضغط كما يلي :-

$$1\ mm\ .\ w.g = 10\ N/m^2 = 1\ P_a$$

واحيانا يقاس الضغط بوحدات اكبر من تلك تدعى البار Bar .

$$1\ Bar = 10^5\ N/m^2$$

والضغط الذي يمتلكه المانع يمكن تقسيمه الى نوعين :

أ- مركبة الضغط الثابت Statre Pressnre الاستاتيكي P_s

ب- مركبة الضغط الديناميكي Dynamic Pressnre الديناميكي P_d ومجموع هاتان المركبتان تشكل الضغط الكلي(pt(Total Pressnre

$$P_t = P_s + P_d$$

ومن الممكن تحويل الضغط بالانظمة غير الدولي كما يلي :-

$$1\ p_a = PSI * 6894{\cdot}8$$

$$1\ p_a = PSF * 47{\cdot}8$$

$$= Ft\ .\ Water * 2989$$

$$= in\ .\ Water * 249$$

$$= in\ .\ Hg * 3376{\cdot}9$$

وكذلك يعرف الضغط بالضغط المطلق والذي يساوي ضغط القياس مضافا اليه الضغط الجوي لكون القياس يقرأ صفرا في حالة الضغط الجوي. وضغط التخلخل هو الفرق بين الضغط الجوى والمطلق.

انواع مقاييس الضغط

هناك عدة انواع لمقاييس الضغط هي :-

١ - المانومتر البسيط — Simple Manomete

٢ - البزومتر — Piezometer

٣ - مقياس بوردن — Bourdon Gauge

٤ - المايكرومتر — Micromanometer

٥ - انبوبة بيتوت — Pitot Tube

٦ - مقياس فنتوري — Venturi Meter

تجربة رقم (١١)
استخدام اجهزة الضغط من النوع البيزومتر وبوردن

هدف التجربة :

تهدف التجربة الى تعريف الطالب على اسلوب استخدام هذان المقياسين في قياس ضغط الموائع .

نظرية التجربة :

راجع التجربة السابقة حول الضغط .

البيزومتر

عبارة عن انبوبة على شكل حرف U مفتوح احدى طرفيها للضغط الجوي ويتصل الطرف الثاني بالمنطقة المراد قياس ضغطها ، ويحوي الانبوب نفس المائع المطلوب قياس ضغطه ، انظر الشكل (١٥) . ونتيجة لاختلاف ضغط المائع عن الضغط الجوي ، فسيتحرك المائع داخل الانبوبة الى الجانب الاقل ضغطا ومن العادة ان تدرج الانبوبة بوحدات طول m او مايقابلها من وحدات الضغط .

والتدريجات الموجودة على الانبوبة من الطرف المفتوح للهواء الجوي يكون موجبا بينما التدريجات الموجودة على الطرف المربوط بالحيز المراد قياس ضغطه تكون سالبة (ضغط تخلخل) .

مقياس بوردن

يتكون هذا المقياس من انبوبة نحاسية على شكل بيضوي او دائري تتصل احدى نهايتيها بمجموعة تروس تنتهي بمؤشر يتحرك على لوح مدرج بينما النهاية الأخرى متصلة بالحيز المراد قياس ضغطه بعدة طرق تبعاً لنوع المقياس . فعند ارتفاع او انخفاض الضغط ،

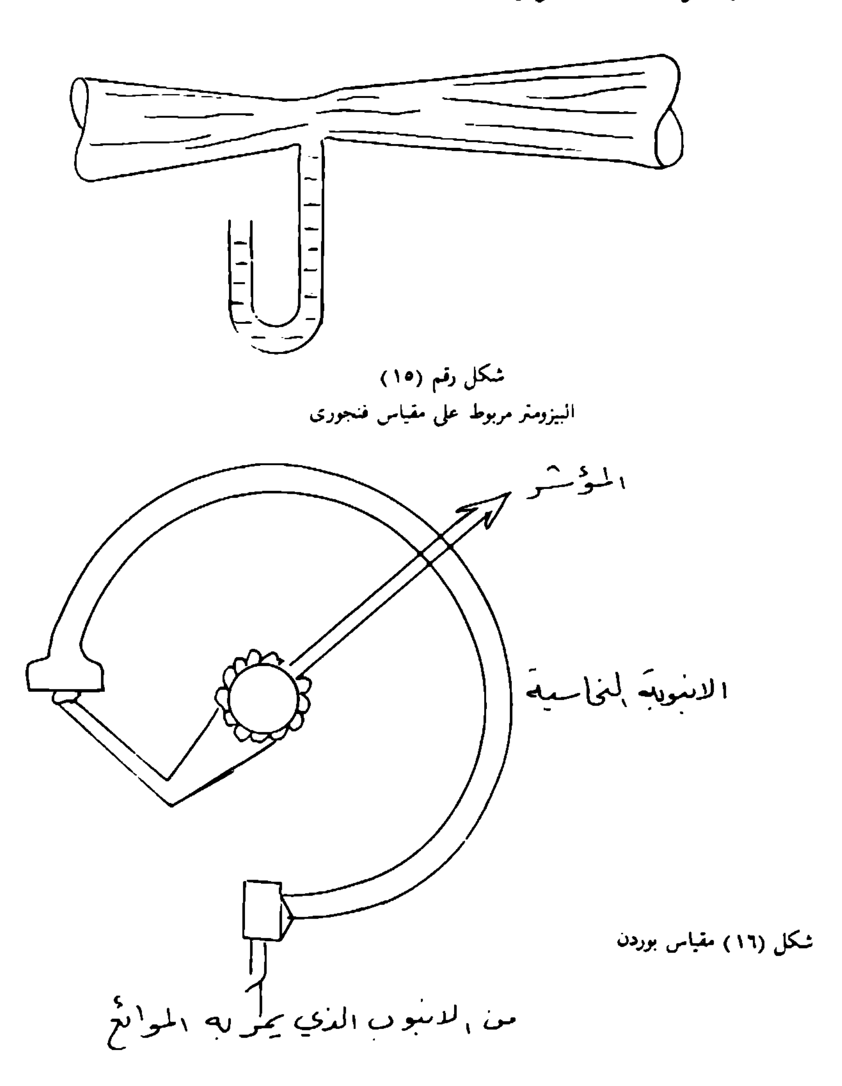
فانه يؤدي الى تغير في شكل الانبوبة النحاسية وبالتالي مما يؤدي الى تحريك مجموعة التروس التي بدورها تقوم بتحريك المؤشر لبعض مقفار الضغط أنظر الشكل (١٦).

المطالب الممكن تحقيقها :

١ – تعرف الطالب على طريقة الاستخدام.

٢ – رسم المقياس واجزائه.

٣ – مقارنة قراءات كلا النوعين.



شكل رقم (١٥)
البيزومتر مربوط على مقياس فنجوري

شكل (١٦) مقياس بوردن

تجربة رقم (١٢)
استخدام اجهزة قياس الضغط من النوع المانومتر البسيط والمانومتر الدقيق

هدف التجربة :

تهدف التجربة الى تعرف الطالب على أسلوب استخدام هذان المقياسين في قياس ضغط الموائع .

نظرية التجربة :

راجع التجربة رقم (١٠)

-المانومتر

عبارة عن انبوبة على شكل حرف U مملوءة بسائل مثل الزئبق او الكحول الملون واحدى طرفيها معرضا للضغط الجوي ، بينما الطرف الاخر يوضع داخل الحيز المراد قياس ضغطه ، ونتيجة لاختلاف الضغطين يتحرك السائل الموجود داخل الانبوبة الى الجانب الاقل ضغطا ، والفرق في ارتفاع السائل على جانبي الانبوبة يمثل الفرق في الضغط الجوي والمطلق ويدعى الضغط المقاس P_g ومن العادة ان تدرج هذه الانبوبة بوحدات الطول m او بما يقابلها من ضغط . والتدريجات الموجودة على الانبوبة من الطرف المفتوح للهواء الجوي وتكون موجبة بينما التدريجات الموجودة على الطرف المربوط بالحيز تكون سالبة ، فاذا كان الضغط داخل الحيز اقل من الضغط الجوي اي ان السائل داخل الانبوب يندفع باتجاه الانبوبة المربوطة بالحيز ، اي ان الضغط يكون سالبا والعكس صحيح يبقى موجبا . انظر الشكل (١٧ A) .

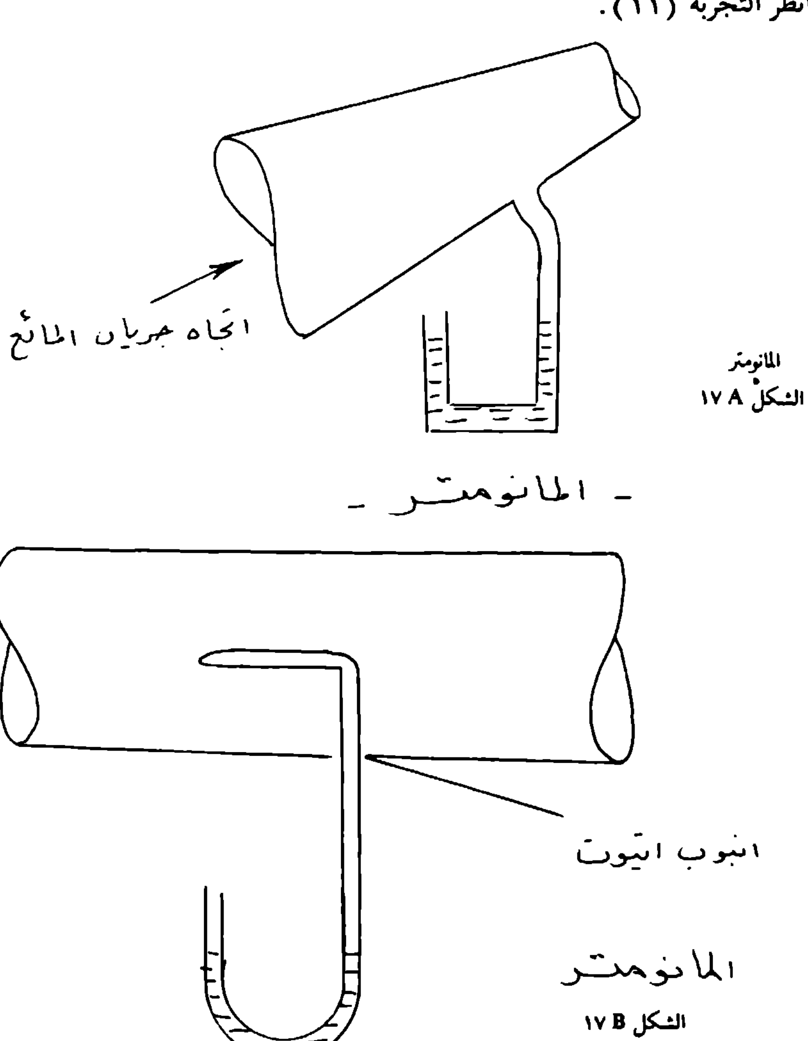
المايكرومانومتر

يستخدم هذا المقياس لمعرفة الضغط المقاس ، ولايحوي على اية أجزاء متحركة سوف تتأكل أو تنكسر بالاستخدام أو النقل . اضافة الى أنه مناسب لحالات الصيانة الرديئة ولايحتاج الى أكثر من المعايرة . لاجل كل تلك الاسباب يزداد أستخدام هذا المقياس

بالوقت الحاضر. وهو عبارة عن أنبوبة بيتوت مصنوعة من معدن مثل البراص الذي يتحمل درجات حرارة لغاية ٣٠٠مْ وتكون بشكل حرف (L) ومجوفة حيث يوضع طرفها القصير بعكس جريان المائع في وسط المطاليب تحقيقها بينما يربط الطرف الطويل الى مانومتر أعتيادي (أنظر الشكل ١٧).

المطالب المطلوب تحقيقها :

انظر التجربة (١١).



الشكل ١٧ B
المايكرومانومتر

تجربة رقم (١٣)
استخدام مقياس فنجوري لقياس الضغط الاستاتيكي

هدف التجربة :-

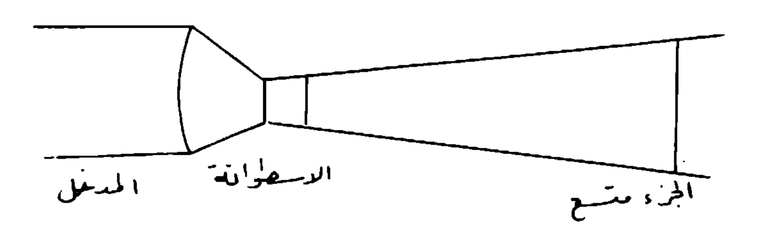
تهدف التجربة الى تعريف الطالب بامكانية استخدام مقياس فنجوري لقياس الضغط الاستاتيكي.

الجهاز المستخدم- قياس الفنجوري

نظرية التجربة :-

هو من الاجهزة الشائعة جدا لقياس السرعة وحجم المائع المار، ويستخدم لقياس الضغط ايضا. والذي موضح بالشكل ١٨ حيث يتألف من مدخل ناعم مخروطي بزاوية (٢٠م) وقطعة اسطوانية قصيرة تتسع اخيرا بزاوية (٥- ٧) الى قطر الانبوب الاصلي ولقد اختيرت هذه الزاوية من اجل ان يكون ضاعات الطاقة بحده الادنى ، ومن اجل ان يعمل الجهاز بشكل مقبول يتحتم على المائع ان يجري بصورة متوطدة في المقطع (١) لذا يركب الجهاز في موقع بعد ان يمر المائع بالانبوب مسافة (٣٠- ٥٠) مرة بقدر قطره ويكون القطر ثابتا في هذه المسافة وبدون لواحق او اي مصدر يسبب اضطرابا بمقياس عالي.

ويركب مجموعة الانابيب البيزومترية على طول المقياس ، وبالضغط على محيطه ومن قراءة ارتفاع المائع داخل الانابيب نعرف مقدار الضغط في كل موقع .



شكل (١٨) انبوب فنجوري

خطوات التجربة :-

١ . تأكد من ربط مقياس الفنجوري على المنطقة الخاصة ، وتوصيل الماء الى المدخل المقياس وربط وصلة التصريف.
٢ . تأكد من وجود الماء في الشبكة.
٣ . افتح الصمام الذي يتحكم بكمية دخول الماء الى المقياس عن اخره.
٤ . اوصل التيار الكهربائي الى مضخة الماء فيندفع الماء داخل المقياس.
٥ . راقب عمل المضخة والمقياس فترة من الزمن.
٦ . اقرأ ارتفاع الماء في كل انبوب.
٧ . قلل فتحة الصمام واعد القراءة مرة اخرى.

النتائج :-

١ . ارسم علاقة بين طول المقياس والضغط داخل المقياس.
٢ . ارسم علاقة بين معدل تدفق الماء داخل المقياس وتغير الضغط على طول المقياس.

مواصفات مقياس فنجوري : .

١ . مصنوع من بلاستيك شفاف.
٢ . قطر فوهة المدخل ٢٦ ملم ، واصغر فتحة في المقياس ١٦ ملم وقطر المخرج ٢٦ ملم.
٣ . طول المقياس حوالي ٨٩ ملم.
٤ . مدى المانومتر ٢٥٠ ملم
٥ . اقصى جريان مسموح به ٢٧ لتر/ دقيقة.

تجربة رقم (١٤)
قياس سرعة الجريان من مجرى ذات اقطار مختلفة

هدف التجربة :-

قياس سرعة جريان المائع داخل انبوبة تختلف قطرها من منطقة لاخرى ودراسة العلاقة بين اختلاف الاقطار وسرعة المائع فيها.

الجهاز المستخدم :

مقياس جريان المائع (H – 10) الموضح تفاصيله في نهاية التجربة.

المقدمة :

ان قياس السرعة مهم جدا في مجالات كثيرة ، فمثلا يمكن حساب معدل التصريف بعد قياس السرعة ، وتوجد عدة طرق غير مباشرة لقياس السرعة منها :-

١. انبوبة بيتوت — Pitot Tube
٢. مقياس فنجوري — Venture meter
٣. مقياس الفتحة — Orifice Meter
٤. مقياس الفوهة — Nozzel Meter
٥. مقياس المرفق — Elbow Meter
٦. عداد التيار — Roto Meter
٧. السلك الساخن — Hot – Wire Meter

وسنتناول في هذه التجربة تجربة قياس السرعة بواسطة مقياس فنجوري.

نظرية التجربة :-

مقياس الفنجوري يتألف من ثلاث مقاطع مخروط بزاوية (20°) قطعة اسطوانية قصيرة تتسع اخيرا بمقدار (٥– ٧) مرة بقدر الاطر الخارجي.

بتطبيق معادلة برنولي ، يتضح ان..

$$\frac{V_1^2}{2g} + h_1 = \frac{V_2^2}{2g} + h_2 \qquad ...(1)$$

ومن معادلة الاستمرارية يتضح ان...

$$V_1A_1 = V_2A_2$$

$$V_1 (D_1^2) / 4 = V_2 (D_2^2 \pi) / 4$$

اجزاء انبوبة الفنجوري (مقياس الفنجوري)

وبتعويض المعادلة اعلاه في المعادلة الاولى . نجد ان ...

$$V_2^2 (D_2^2/D) / 2g + h_1 = V_2^2 / 2g + h_2$$

$$V_2 = \sqrt{2g (h_1 - h_2) / (1 - (D_2 / D_1)^4)}$$

وبسبب وجود خسائر في الضغط بين المقطعين (١) ، (٢) لذلك فان سرعة المائع ستقل بمقدار (٥)

$$\therefore V_2 = C \sqrt{2g\, h/(1 - (D_2 / D_1)^4)}$$

وتقدر قيمة C عمليا في حدود (٠,٩٧- ٠,٩٩)

خطوات عمل التجربة :-

١. تأكد من توصيل خط المياه الى المقياس وتوصيل خط التصريف الى الخزان.
٢. افتح الصمام الذي يتحكم بكمية المياه الداخلة للمقياس.
٣. اوصل التيار الكهربائي الى المضخة لتبدأ في العمل.
٤. دع الجهاز يعمل فترة زمنية لغرض الاستقرار.
٥. خذ القراءات لارتفاع الماء في انابيب البيزومتر.
٦. غير مقدار فتحة الصمام ، لتغير حجم الماء المار واعد قراءة الانابيب.

القراءات والنتائج :-

بعد استكمال التجربة ، وجد مايلي :-

١ . علاقة قطر الانبوب بالضغط والسرعة المائع المار.

٢ . علاقة ما تقدم بكمية الماء المتدفق . (من حاصل ضرب السرعة في المساحة ولكل مقطع).

مواصفات الجهاز:-

١ . قطر الانبوب المربوط الى المقياس الفنجوري= ٢٦ ملم وطول الانبوب = ٢٥ .

٢ . اصغر قطر في مقياس الفنجوري ١٦ ملم وطول انبوب الخنق ١٦ ملم .

٣ . قطر الانبوب الخارج من المقياس الفنجوري ٢٦ ملم وطوله ٨٩ ملم .

تجربة رقم (١٥)

استخدام مقياس الفنجوري ومقياس الفتحة لقياس سرعة الجريان.

الغرض من التجربة :

استخدام مقياس الفنجوري والفتحة لقياس سرعات مختلفة للجريان ومقارنة النتائج مع بعضها.

الجهاز المستخدم :

مقياس جريان المائع الموضح تفاصيله بالتجربة السابقة.

نظرية التجربة :-

تعتمد التجربة في اداؤها على نوعين من مقاييس السرعة، الفنجوري (الموضح نظريته في التجربة السابقة) ومقياس الفتحة Orifice meter حيث يتألف الاخيرة من صفيحة مثبتة بواسطة الشفة في الانبوب بحيث تكون عمودية على مستوى الجريان وتحوي الصفيحة فتحة دائرية في منتصفها (كما مبينة في الشكل) ينطبق مركزها مع مركز الانبوب ولها مدخل متسطح، (ولاحاجة لاشتقاق معادلة السرعة لتماثلها مع التجربة السابقة) ولقياس السرعة، تستخدم مجموع انابيب بيتر ومترية توضع قبل الفتحة وبعدها لقياس الضغط بوحدات الطول m وبعدها تطبق العلاقة التالية لحساب السرعة.

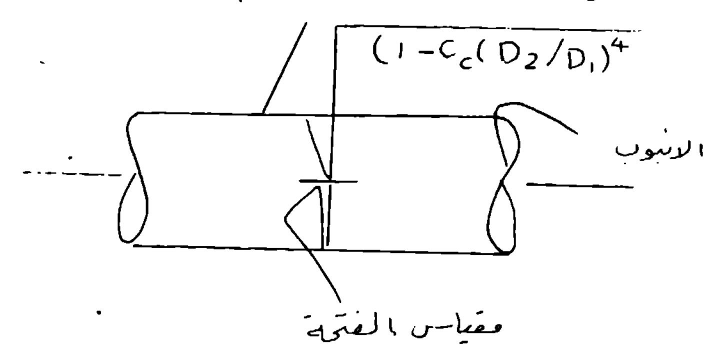
$$V = C_v . C_c \sqrt{2g h/(1 - (C_c (D_2 / D_1)^4)}$$

ومن الممكن كتابة المعادلة اعلاه بالصورة التالية :-

$$C_v = C_d \sqrt{2g h}$$

$$C_d = C_v . C_c$$

حيث ان المعامل... $(1 - C_c (D_2 \; D_1)^4)$ ،



حيث ان :-

C_c = معامل الفتحة- معامل التقلص

C_v= معامل لتصحيح القيمة النظرية للسرعة.

ولتسهيل الحل نفرض المعامل $C_c = 1.0$

المعامل يقع في الحدود ٠,٥٦- ٠,٨٨

ويعتمد الاخير على النسبة بين (D_2/D_1) وعدد رينولد وحساب معدل الجريان كما يلي :-

$= A. V$

خطوات التجربة :-

١. تأكد من توصيل خط المياه الى المقياس وتوصيل خط التصريف الى الخزان.
٢. افتح الصمام الذي يتحكم بكمية المياه الداخلة للمقياس.
٣. اوصل التيار الكهربائي الى المضخة لتبدأ عملها.
٤. دع الجهاز يعمل فترة زمنية لغرض الاستقرار.
٥. اخذ قراءات ارتفاع الماء في الانابيب البيزومترية في منطقة قياس الفنجوري والفتحة.
٦. تغير معدل الجريان- واعادة القراءات من جديد.

القراءات والنتائج :

بعد استكمال التجربة ، اوجد؟

١. علاقة معدل الجريان بالضغط داخل مقياس الفنجوري والفتحة.
٢. مقارنة الضغط داخل نوعي المقاييس.

مواصفات الجهاز:-

١. قطر فتحة الدخول الى مقياس الفنجوري ٢٦ ملم وكذلك الخروج منه ، بينما قطر منطقة الخنق ١٦ ملم.
٢. طول منطقة الدخول ٢٥ ملم والخنق ١٦ ملم والخروج ٨٩ ملم.
٣. قطر الفتحة ٢٠ ملم وهي مصنوعة من معدن البراص.

تجربة رقم (١٦)
قياس معامل السرعة

هدف التجربة :-

كيفية قياس معامل السرعة لمائع يتدفق داخل مقياس فنجوري على سبيل التحديد.

الجهاز المستخدم :

مقياس الفنجوري H.5 الموضح تفاصيله في التجربة (١٣)

نظرية التجربة :-

راجع التجربة رقم (١٤).

$$V_c = C \sqrt{C_g \, \Delta h_{12} / (1 (D_2 / D_1)^4)}$$

$$Q = A_2 V_2$$

$$Q = C.A_2 \sqrt{2g \, \Delta h_{12} / (1 - (D_2 / D_1)^4)}$$

حيث ان :-

V_2= السرعة بالمقطع (٢)

G= التعجيل الارض

C= ثابت السرعة

Δh_{12} = فرق ارتفاع الماء في الانبوبة البيزومترية للمقطع (١) و (٢).

D_1, D_2= قطر الانبوب بالمقطع (١) و (٢)

Q = حجم المائع المتدفق ، وقياس من الفترة الزمنية لامتلاء الخزان.

خطوات عمل التجربة :-

١ . التأكد من توصيل خط المياه الى المقياس وتوصيله خط التصريف الى الخزان .

٢ . فتح الصمام الذي يتحكم بكمية المياه الداخلة الى المقياس .

٣ . اوصل التيار الكهربائي الى المضخة ، لتبدأ عملها .

٤ . دع الجهاز يعمل فترة لغرض الاستقرار .

٥ . بتثبيت فتحة الصمام المتحكم بكمية المياه ، اخذ القراءات لخاصة بارتفاع الماء داخل الانابيب البيزومترية .

٦ . قياس معدل تدفق الماء بصورة عملية .

٧ . تغير فتحة الصمام واعادة القراءات من جديد .

القراءات والنتائج :-

بعد استكمال التجربة ، المطلوب ايجاد مقدار الثابت من قسمة معدل تدفق الماء السائل على النظري

تجربة رقم (١٧)
قياس الفقد بسبب الاحتكاك في حالة الجريان الطباقي

هدف التجربة :-

تهدف التجربة الى تدريب الطلبة على قياس الفقد في الضغط نتيجة الاحتكاك لمائع يسري في حالة الطباقي داخل انبوب.

الجهاز المستخدم :-

تحديد الخسائر بنظام الانابيب ، والموضح تفاصيله في نهاية التجربة.

نظرية التجربة :-

عندما يتدفق مائع داخل مجرى صلد ، يحدث انخفاض في مقدار ضغط المائع بسبب ضياع جزء من الطاقة التي يحملها وتحويلها الى حرارة ، ويعود ذلك الضياع الى عدة عوامل منها مقاومة الاحتكاك ، تكون الدوامات والانفصال.

ومن الجدير بالذكر ان موضوع الخسائر داخل الانابيب له اهمية كبرى في عدة مجالات لانه سيحدد بالنهاية قدرة المضخة او المروحة التي ستقوم بدفع المائع اضافة الى عنصر الاقتصادية في ذلك. ومن الممكن حساب الخسائر داخل المجرى كما يلي :-

$$h_f = f.L.V^2 \quad 2g.m$$

حيث ان :-

h_f= خسائر الضغط بوحدات (m)

f= معامل الاحتكاك ويعتمد على نوعية سطح المجرى.

L= طول المجرى m.

V= سرعة المائع خلال المجرى بوحدات m/ Sec

m= متوسط العمق الهيدروليكي بوحدات m ويساوي المساحة/ المحيط m = A/ P

A= مساحة مقطع المجرى (m^2)

P= المحيط الرطب للمجرى (m)

g= التعجيل الارضي بوحدات (m /Sec)

وفي حالة الانبوب الدائري المقطع فان

$$m = A / P = \frac{D^2}{4D} = D / 4$$

حيث D قطر الانبوب

ووجد ان معامل الاحتكاك f يتغير طرديا مع عدد رينولد ومعامل نعومة السطح وعكسيا مع قطر المجرى.

$$f = F (Re . D)$$

وان عدد رينولد يمكن حسابه كما يلي :-

$$Re = \varphi. D.V / \qquad = D.V /$$

حيث ان..

σ = كثافة المائع Kg/ m^3

Δ = قطر المجرى m

V= سرعة المائع m/Sec

μ = اللزوجة الداينمية m^2/Sec

η = اللزوجة الكيماتيكية.

ووجد ان تأثير معامل نعومة السطح القليل جدا ، مقارنة بتأثير عدد رينولد لذلك فقد اعطيت معامل الاحتكاك دالة في عدد رينولد فقط.

وفي حالة الجريان الطباقي $F= 64/ Re$

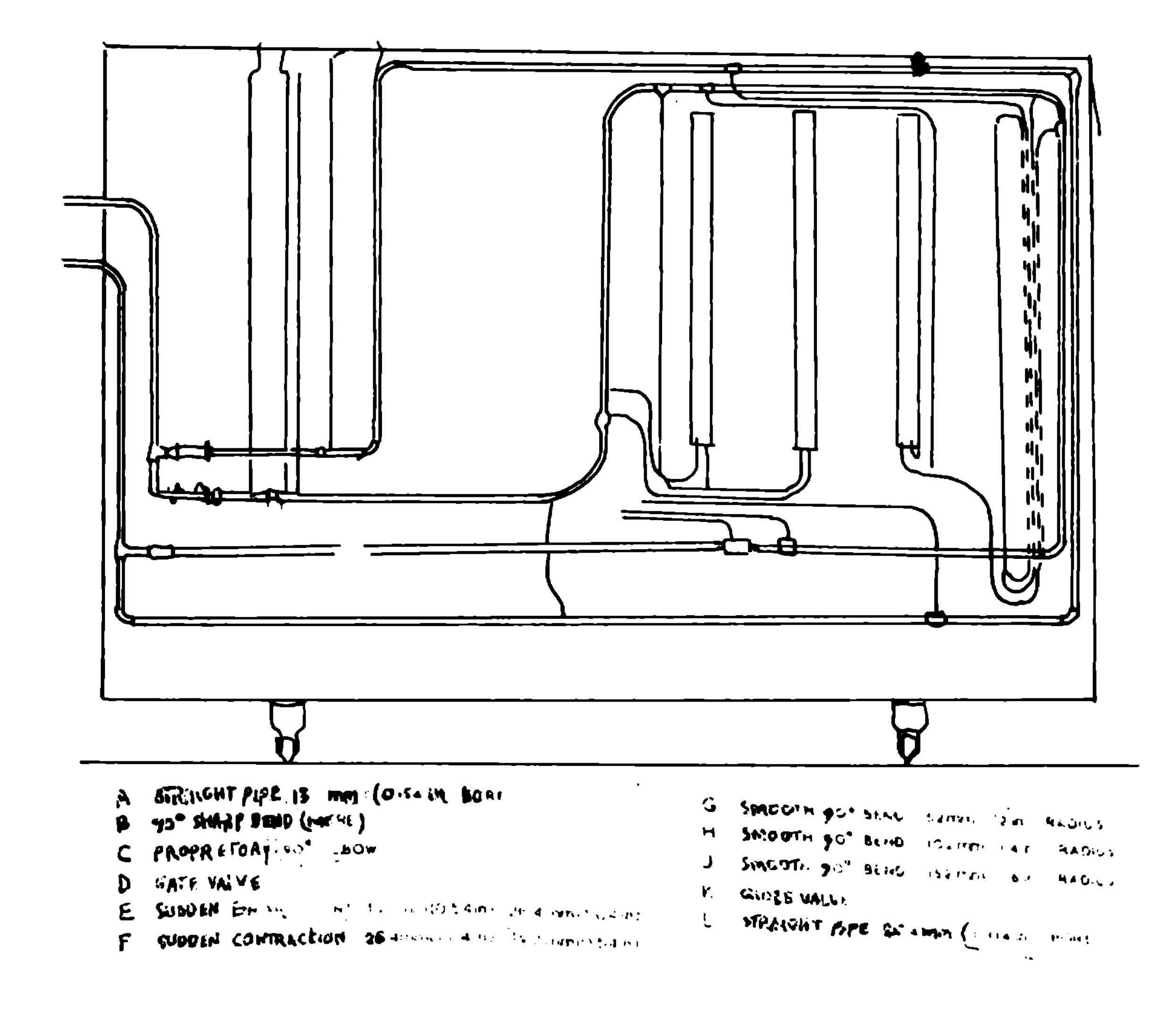
ان عدد رينولد اقل من ٢٣٠٠

ومن الجدير بالذكر ان السرعة يمكن حسابها كما يلي :-

$$Q = A.V$$

Q = حجم الماء المتدفق.

A = مساحة مقطع الانبوب.



A STRAIGHT PIPE 13 mm (0.54 IN BORE
B 90° SHARP BEND
C PROPRIETORY 90° ELBOW
D GATE VALVE
E SUDDEN EN
F SUDDEN CONTRACTION 26
G SMOOTH 90° BEND RADIUS
H SMOOTH 90° BEND RADIUS
J SMOOTH 90° BEND RADIUS
K GLOBE VALVE
L STRAIGHT PIPE

خطوات التجربة :-

١ . تأكد من توصيل انابيب الماء الى الجهاز وانابيب التصريف الى الخزان.
٢ . افتح الصمام الذي يتحكم بكمية الماء الداخل الى الجهاز والخارج منه كذلك مع غلق صمام Gate وفتح Globe لتسرب المياه داخل الانبوبة A .
٣ . ابدأ بتشغيل المضخة لتدوير الماء داخل الجهاز.
٤ . اترك الماء يمر بالجهاز حوالي ثلاث دقائق لغرض الاستقرارية . وبعد ذلك اغلق الصمام globc .
٥ . اسحب فقاعات الهواء الموجودة في انابيب البيزومترية .
٦ . تأكد من ان جميع الانابيب البيزومترية تعطي (صفر ضغط بعد ذلك افتح الصمام globe .
٧ . سجل القراءات اللازمة لقياس ارتفاع الماء داخل الانابيب وقم بقياس معدل التدفق ثم غير المعدل واعد القراءات .
٨ . قبل توقيف المضخة اغلق الصمام globe ، وبعدها بدقائق اقطع التيار الكهربائي في المضخة .

المطاليب التي يمكن تحقيقها :

حساب خسائر الاحتكاك داخل الانبوب . (فرق ارتفاع الماء داخل الانابيب البيتزومترية وارسم علاقة تغير معدل الجريان مع مقدار الخسائر .

مواصفات الجهاز :-

١ . فتحة الدخول للانبوب ١٣٧ ملم .
٢ . المسافة بين نقطتي قراءة الضغط في الأنبوب المستقيم ٠,٩١ م .

تجربة رقم (١٨)
قياس الفقد بسبب الاحتكاك في حالة الجريان المضطرب

هدف التجربة :-

تهدف التجربة الى تدريب الطلبة على كيفية حساب وتقدير الفقد في ضغط المائع الذي يسرى داخل الانبوب في حالة الجريان المضطرب.

الجهاز المستخدم :

تحديد الخسائر بنظام الانابيب.

نظرية التجربة :

انظر التجربة (١٧) ، ولكن f يكون

$$f = 0{\cdot}3164 / (re)^{0.25}$$

$$2300 < Re < 200{\cdot}000$$

في حالة كون سطح الانبوب ناعما.

القراءات والنتائج :-

نفس ماموجود في تجربة (١٧) ولكن تأكد من كون الجريان مضطرب.

تجربة رقم (١٩)
حساب الخسائر بسبب الاحتكاك في حالة التوسع المفاجئ

هدف التجربة :-

تعرف الطالب على كيفية حساب الفقد في ضغط المائع للماء داخل انبوب يتعرض بصورة مفاجئة الى توسع .

الجهاز المستخدم :

تحديد الخسائر فى الانابيب والموضح في نهاية التجربة .

نظرية التجربة :-

يعرف فقدان الضغط الذي يحدث للمائع اثناء جريانه داخل الانابيب والمجاري نتيجة للاحتكاك بين طبقات السائل وبين السائل وجدار المجرى والانبوبة بانه الضائع الرئيسي للطاقة . ومن الممكن حسابه بمعادلة دراسي كما يلي :-

$$h_f = f.l.v / 2gm$$

والموضحة في التجربتان السابقتان .

بينما خطوط الانابيب لاتحوي على الانابيب متساوية المقطع فقط بل توجد اضافة لذلك لواحق Filtings مثل الحانية Bend والمرفق Elbow والصمام Volve واحيانا يتغير قطر الانبوبة بصورة مفاجئة او قد يتفرغ .

كل ما تقدم من اضافات الى مجموعة خطوط الانابيب تسبب تغير السرعة مما يتولد عنها مناطق الانفصال وجريان ثانوي ، فيحدث توزيع غير منتظم للضغط على السطح ونتيجة لذلك تنشأ ضائعات اخرى اضافية تسمى الضائعات الثانوية والتي يرمز لها h_L تميزها عن الضائعات الاحتكاكية h_f .

ولتوضيح الخسائر التي تحدث في ضغط المائع نتيجة توسع الانبوب بصورة مفاجئة سنفرض ان هناك انبوبا مساحة قطره A_1 وسرعة المائع عنده V_1 وضغطه P_1 يتوسع بصورة مفاجئة الى A_2 بحيث تكون سرعة المائع فيها V_2 وضغطه P_2 ولكن حجم المائع المار (ζ) خلال المقطعين متساوي ، اي ان

$$\zeta = \zeta_2 = \zeta$$

$$A_1V_1 = A_2 . V_2$$

وبتطبيق معادلة تغير الزخم على المقطعين (١) و (٢) ينتج

$$P_1A_1 + P_1 (A_2 - A_1) - P_2A_2 = (\zeta / g) (V_2 - V_1)$$

وبالتعويض عن ζ بما يساويها ، نجد ان :

$$A_2 (P_1 - P_2) = \frac{\zeta A_2 V_2}{g} (V_2 - V_1)$$

$$\frac{P_1 - P_2}{\gamma} = V_2 (V_2 - V_1) / g$$

وبتطبيق معادلة برنولي على المقطعين (١) ، (٢) ينتج

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + h_1$$

حيث ان الخسائر نتيجة زيادة مقطع الانبوبة بصورة مفاجئة

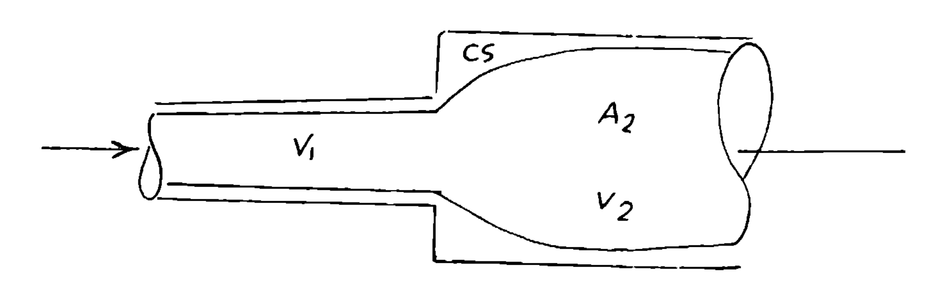
$$\frac{P_1 - P_2}{\gamma} = (V_2^2 - V_1^2) / 2g + h_1$$

وبالتعويض عن $\frac{P_1 - P_2}{V_2^2 - V_1^2}$ بما يساويها ، نجد ان ..

$$V_2 \left(\frac{V_2 - V_1}{g} \right) = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} + h_L$$

$$h_L = \frac{V_1^2 + V_2^2}{2g} - \frac{V_2 . V_1}{2g} - \frac{4V_2^2}{g}$$

$$H_L = (V_1 - V_2)^2 / 2g$$



الشكل (٢١)
الجريان داخل انبوبة تتغير مساحة مقطعيها بصورة مفاجئة

وهذه الاخيرة تدعى بمعادلة (كارنون- بوردا)
وبتطبيق معادلة الاستمرارية للمقطعين (١) و (٢) ينتج

$$V_1A_1 = V_2A_2$$

$$V_1 = \frac{A_2}{A_1} . V_2$$

وبالتعويض عن V_1 بما يساويها في معادلة (كارنون - بوردا) نجد ان وبالامكان كتابة المعادلة كما يلي :-

$$H_L = \left(\frac{A_2}{A_1} - 1 \right)^2 V_2^2 / 2g$$

$$H_L = K \dot{V}_2^2 / 2g$$

$$K = \left(\frac{A_2}{A_1} - 1 \right)^2$$

حيث ان ..
A_1= مساحة الانبوب الصغير
A_2= مساحة الانبوب الكبير

ونتيجة لمعرفة معدل حجم المائع المار خلال وحدة زمن بالمقطع (٢) ، وقياس المساحة A_2 فان السرعة بالمقطع V_2 تحسب كما يلي :-

$$2 = A_2 . V_2 , V_2 = 2/A_2$$

خطوات العمل :-

١ . تأكد من توصيل الماء الى الجهاز وانابيب التصريف الى الخزان.

٢ . افتح الصمام المتحكم بحجم الماء المار الى الجهاز والخارج من الجهاز كذلك . غلق صمام globe وفتح صمام gate لتسرب الماء الى داخل المقطع المتوسع .

٣ . ابدأ بتشغيل المضخة لتدوير الماء داخل الجهاز.

٤ . اترك الماء يمر بالجهاز حوالي الثلاث دقائق لغرض الوصول الى الاستقرارية وبعدها اغلق الصمام gate .

٥ . تأكد من عدم وجود الفقاعات الهوائية داخل انابيب البيزومتر. مع التأكد من ان جميعها تعطي قراءة ضغط (صفرا) .

٦ . افتح صمام gate من جديد ، مع قياس حجم الماء المتدفق .

٧ . سجل قراءة الانبوب البيزومتر بالنقطة (١) ، (٢) والفرق بينها (H_2) .

٨ . غير معدل التدفق واعد التجربة من جديد .

٩ . قبل توقف المضخة (بعد انتهاء التجربة) اغلق صمام gate وبعدها بدقائق معدودة اقطع التيار الكهربائي عن المضخة .

المطاليب المطلوب تحقيقها :

١ . حساب المعامل K من العلاقة

$$K = \left(\frac{A_2}{A_1} - 1 \right)^2$$

٢ . حساب معامل K بعد معرفة V_2, H_2

٣ . مقارنة قيمة المعامل K بالطريقتين.

مواصفات الانبوب المتسع :

١ . ١٣,٧ ملم قطر الانبوب قبل الاتساع

٢ . ٢٦,٤ ملم قطر الانبوب بعد الاتساع

تجربة رقم (٢٠)
قياس الفقد نتيجة الاحتكاك في حالة التقلص المفاجئ

هدف التجربة : -

تعرف الطالب على كيفية حساب الفقد في ضغط المائع المار داخل الانبوب الذي يتعرض بصورة مفاجئة لتقلص مساحته.

الجهاز المستخدم : -

تحديد الخسائر في الانابيب والموضح تفاصيله في نهاية التجربة.

نظرية التجربة : -

من المعروف ان مرور مائع ما داخل انبوب او مجرى سيؤدي الى فقدان جزءا من ضغطه نتيجة لقوى الاحتكاك وقوة الشد السطحي التي تنشأ نتيجة مرور المائع (راجع التجربة السابقة) ومن العادة، ان يكون مقدار هذا الانخفاض ثابتا على طول الانبوب، ولكن ما الذي يحدث لوكان هناك تقلص مفاجئ في قطع الانبوب، سيحدث انخفاض في الضغط ولكن يختلف مقداره عن الذي يحدث في الانبوب ولحسابه سنفرض ان هناك مساحة مقطعه (A_1) سرعة المائع خلاله (A_1) وضغطه P_2 ومن ثم تتغير مساحة الانبوب الى A_2 حيث تصبح عندها سرعة المائع V_2 وضغطه P_2.

(انظر الشكل) ان الذي يحدث، هو ان المائع تتعجل سرعته في البداية الى ان تصل الى المقطع الاول (C) ومن ثم يبطئ الى ان يملأ المقطع الثاني. والخسائر في الضغط التي تحدث بين المقطع (١)، (٢) قليلة جدا والخسائر المهمة هي التي تحدث بالمقطع (C)، (٢) وهي لا تمثل بالضبط الخسائر اثناء التقلص في مقطع الانبوب بقدر ما تمثل الخسائر في التوسع المفاجيء، واعتبار ان المقطع (C) يكون اصغر مساحة من المقطع (٢) ومساحة المقطع (C) يمكن حسابها كما يلي : - $a_c = C_c . A_2$

حيث C_c معامل التقلص.

والخسائر بين المقطع (C)، (٢) يمكن حسابها من العلاقة التالية (راجع التجربة السابقة).

$$H_2 (V_c - V_2)^2 / 2g$$

ومن قانون الاستمرارية، نجد ان $= A_2V_2 = V_cA = A_2C_cV$

$$V_c = V_2 / C_c$$

مع تعويض ذلك في معادلة حساب الخسائر، نجد ان

$$H_2 = \left(\frac{V_2}{C_c} \right) - V_2)^2 / 2g = \frac{V_2^2}{2g} - \left(\frac{1}{C_c} - 1 \right)^2$$

ويمكن كتابة المعادلة بصورة اخرى

$$H_2 = K V_2^2 / 2g$$

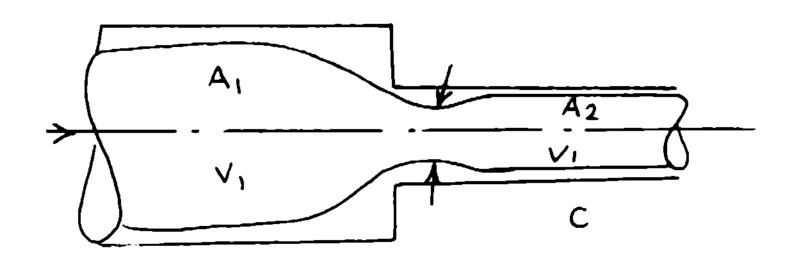
$$K = (1 / C_c) - 1)^2$$

حيث..

ومن المعلوم ان العامل K يتناسب مع $\frac{A_2}{A_1}$ علما بانه يتغير بين ٥ ـ. عندما تكون النسبة $\frac{A_2}{A_1}$ = صفرا، الى. ر. عندما تكون $\frac{A_2}{A_1} = 1$ والجدول المرفق يوضح العلاقة بين $\frac{A_2}{A_1}$, C_c كع K

ومن قانون الاستمرارية

$$V_2 = Q_2 / A_2 \qquad Q_2 = A_2 . V_2$$



شكل (٢٢)

انبوبة تتغير مساحة مقطعها، ومائع يسري فيها

خطوات التجربة : -

نفس الخطوات الموضحة بالتجربة السابقة

مطاليب التجربة : -

- احسب المعامل (K) عمليا
- قارن بين (K) المحسوب من الجدول (نظريا والمحسوبة عمليا من تطبيق العلاقات .

جدول معامل الضائع الثانوي K_l للتضييقة المفاجئة

$A_2;A_1$	0	0.1	0.2	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
C_c	0.617	0.624	0.632	0.643	0.659	0.681	0.712	0.755	0.892	1.00
K_L	0.50	0.46	0.41	0.36	0.30	0.24	0.18	0.12	0.06	0.02	0.

تجربة رقم (٢١)
تطبيق معادلة برنولي في حالة الموائع غير القابلة للانضغاط

هدف التجربة : -

تعرف الطالب على كيفية التوصل الى معادلة برنولي ، وتطبيق هذه المعادلة على الموائع غير القابلة للانضغاط .
الجهاز المستخدم على كيفية التوصل الى معادلة برنولي ، وتطبيق هذه المعادلة على الموائع غير القابلة للانضغاط .

الجهاز المستخدم : -

تحديد الخسائر - الموضع تفاصيلة في نهاية التجربة .
بالانابيب

نظرية التجربة : -

ان المائع الذي يسري داخل الانبوب ، يمتلك طاقة يعبر عنها بما يلي : -
الطاقة الحركية وتساوي لكل وحدة وزن من المائع = $V_2/2g$
الطاقة الكامنة وتساوي لكل وحدة وزن من المائع = Z
في زمن قدرة ∂S هناك وزن معين من المائع يدخل الانبوب عند المقطع معين هو وللطاقة التي يمتلكها عند الدخول هي $P \partial A \partial S$ وان وحدة الطاقة لكل وحدة وزن هي

$$\frac{P , A , S}{8 \partial S \partial A} = P / 8$$

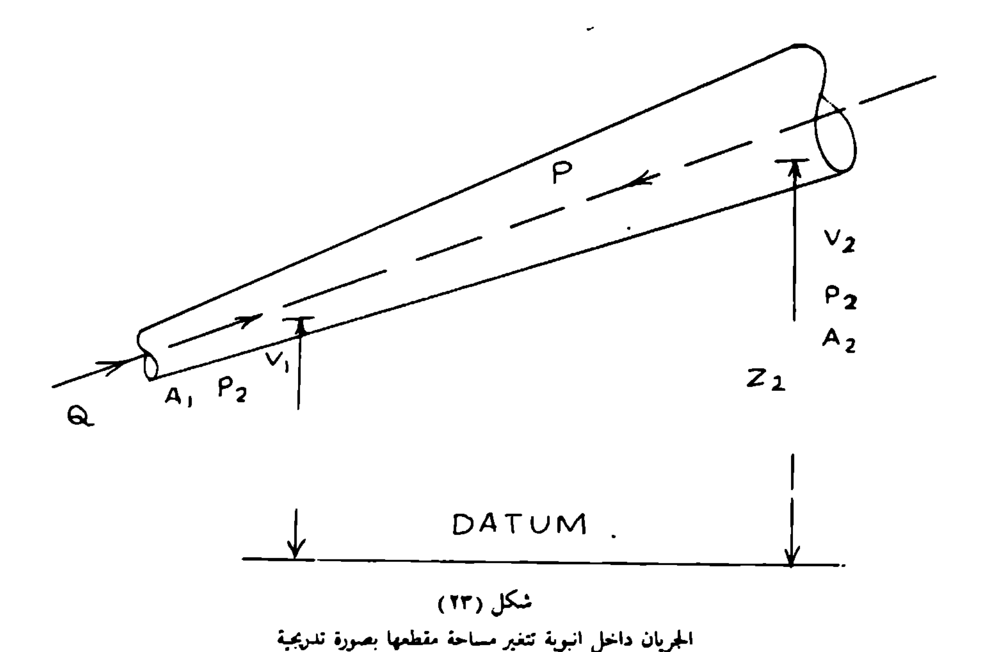
اي ان مجموع الطاقات التي يمتلكها المائع وهو يترك المقطع المعين من الانبوب هي الطاقة التي كان يمتلكها عند دخوله المقطع المعين مضافا اليه الطاقة التي انجزت على المائع وهي ثابتة على طول الانبوب ، اي ان .

$$\frac{V_2^2}{2g} + Z P / 8 = \text{Constant}$$

ولو تم اخذ مجموعة الطاقة التي يمتلكها المائع وهو يدخل المقطع (١) والطاقة التي يمتلكها المائع عند دخوله المقطع (٢) هي على التوالي . . .

$$V_1^2 + 1 + \frac{V_1}{2g} + Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} = Const \quad ...(1)$$

$$\frac{V_2}{2g} + Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} = Const \quad ...(2)$$



شكل (٢٣)
الجريان داخل انبوبة تتغير مساحة مقطعها بصورة تدريجية

وبما ان الطاقة متساوية لكلا المقطعين. لذلك نجد ان. .

$$\frac{V_1^2}{2g} + Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} = \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + P_2 / \gamma$$

وهذه الصيغة هي التي تدعى معادلة برنولي او احيانا معادل الطاقة بصيغتها النهائية لجريان ثابت وهناك بعض الافتراضات الواجب تثبيتها والتي تتعلق بالجهاز المختبري والتي هي .

بما ان قطر الانبوب ثابتا ، ومعدل التدفق للموائع ثابتا داخل الانبوب ، لذلك فان

$$Q_1 = A_1V_1 = Q_2 = A_2V_2$$

$$V_2 = V_1$$

اي ان تغير $\frac{V_1^2}{2g}, \frac{V_2^2}{2g}$ يساوي صفراً

لذلك فان قراءة الانبوبة البيزومترية تمثل

$$\frac{P_1}{8} + Z_1 = \frac{P_2}{8} + Z_2$$

للمقطع (١) ، (٢) على التوالي.

وبما ان الانبوب افقي ويقع على خط مستقيم فان احتمال تغير الطاقة الكامنة لذلك فان واخيرا تصبح المعادلة الاخيرة.

$$P_1 / 8 = \frac{P_2}{8} + h_f$$

اي ان الطاقة التي يمتلكها المائع لحظة دخوله المقطع (١) تساوي الطاقة التي يمتلكها المائع لحظة دخوله المقطع (٢) مضافا اليه خسائر الاحتكاك.

خطوات التجربة : —

١ . تأكد من توصيل خط المياه الى الجهاز وتوصيل خط التصريف الى الخزان
٢ . افتح الصمام الذي يتحكم بكمية المياه الداخلة للجهاز
٣ . اوصل التيار الكهربائي الى المضخة ، لتبدأ العمل
٤ . دع الجهاز يعمل فترة زمنية معينة لغرض الوصول الى الاستقرارية
٥ . اقرأ ماتشير اليه الانابيب البيزومترية.
٦ . غير مقدار فتحة الصمام ، وللحصول على معدل تدفق مغاير. اعد قراءة الانابيب.

المطاليب

١ . الضغط على طرفي الانبوب
٢ . مقارنة مقدار الضغطين ، وتحليل الاختلاف ان وجد

تجربة رقم (٢٢)
قياس قوة البثق على صفيحة مستوية

هدف التجربة : —

تهدف التجربة الى تدريب الطالب حول كيفية قياس قوة البثق على صفيحة مستوية
الجهاز المستخدم — جهاز قياس قوة البثق .

نظرية التجربة : —

تيار المائع المندفع من البوق Nozzle يدعى Jet بثق وعكليات البثق هي طاقة حركية والسبب يعود لسرعتها وعندما يصطدم البثق بصفيحة او جسم فانه يولد عليها قوة ، والقوة المسلطة هذه تنشأ عن التغير في الزخم .

وكما هو معروف فان محصلة القوى الخارجية المؤثرة على كتلة المائع في اي اتجاه تساوي معدل التغير بالزخم في ذلك الاتجاه ، من هنا فان معادلة الزخم يمكن كتابتها بالصورة التالية : —

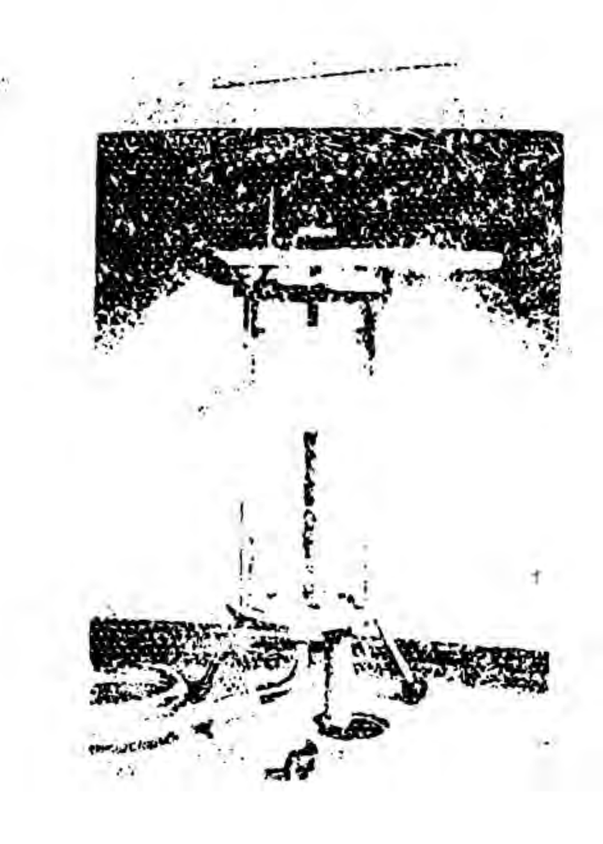
$$f = Q (V_2 - \qquad \text{........(1)}$$

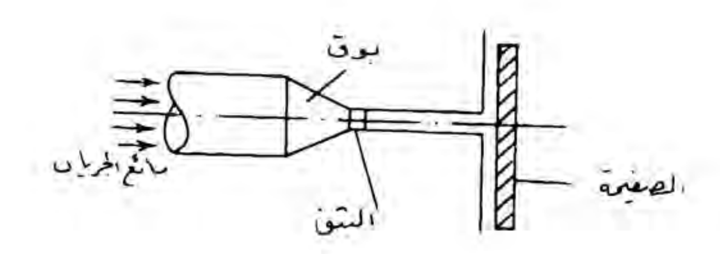
حيث ان : —

Q حجم المائع خلال وحدة زمن

σ كثافة المائع .

V_2, V_1 = سرعة المائع بالمقطع (١) ، (٢) .





شكل (٢٤) جهاز قياس قوة البثق.
البثق على صفيحة مستوية

والشكل (٢٤) يوضح البثق وهو يؤثر على صفيحة مسطحة (مستوية) والصفيحة مثبتة ووضعت بصورة عمودية على خط مركز البثق ، دعنا نفرض ان سرعة البثق (V) ومساحة مقطعه (a) ، فبعد اصطدام البثق بالصفيحة فانه سينقسم الى قسمين ، احدهما سيتجه نحو الاعلى والاخر يتجه نحو الاسفل. وبسبب الاحتكاك على سطح الصفيحة ، فان سرعة البثق عند الخروج ستكون (KV) اي اقل من السرعة التي كانت عليها عند الاصطدام بالصفيحة. ومن هنا يتضح ان المعامل (K) هو اقل من الواحد الصحيح.

على كل حال اذا كانت الصفيحة ملساء جدا ، فبالامكان افتراض ان(K = 1) اي ان الاحتكاك سيكون قليل جدا الى درجة يمكن اهماله.

وبتطبيق المعادلة (١) على هذا البثق يتضح ان القوة المتولدة (F) على الصفيحة نتيجة البثق هي : —

$$F = \rho Q (V - 0\cdot0) = \rho QV$$

$$= \gamma a \ V (V) g = \gamma a V^2 / g$$

والذي يجب ذكره ، ان البثق سيخرج بالاتجاه العمودي على المحور (X) محور مركز البثق ، وسرعته النهائية باتجاه المحور (X) تساوي صفرا.

خطوات التجربة : —

١ . تأكد من توصيل خط الماء الى الجهاز وتوصيل خط السحب الى الخزان تأكد من ان الصفيحة المراد قياس البثق عليها موضوعة داخل الجهاز.

٢ . افتح الصمام الذي يتحكم بمقدار الماء المندفع باتجاه الجهاز.

٣ . تأكد من كون تطابق خط مركز الصفيحة وخط مركز انبوب البثق.

٤ . اوصل التيار الكهربائي للمضخة

٥ . دع الجهاز يعمل فترة من الزمن لغرض الاستقرار

٦ . ارجع العتلة المتحركة الى الوضع الافقي بتحريك الوزن المركب عليها.

٧ . اقرأ مايغير اليه الوزن المركب على العتلة ، وقس حجم الماء المتدفق.

٨ . غير معدل الجريان ، واعد القراءة من جديد.

القراءات والنتائج :-

بعد استكمالك لعدد من القراءات ، اوجد؟

١ .السرعة (V) من تطبيق العلاقة بعد معرفة حجم المائع والقوة المؤثرة

٢ . ارسم علاقة بين تغير حجم الماء المتدفق والقوة (F)

٣ . ارسم علاقة بين F & V .

تجربة رقم (٢٣)
قياس قوة البثق على صفيحة نصف كروية

هدف التجربة :-

تدريب الطالب على كيفية قياس قوة البثق عن صفيحة نصف كروية

الجهاز المستخدم- جهاز قياس قوة البثق

نظرية التجربة :-

راجع التجربة السابقة.

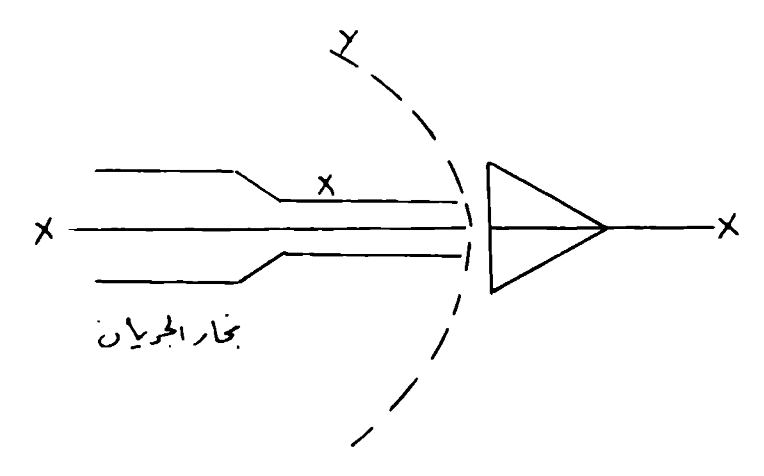
دعنا نفرض ان هناك بثق مساحة مقطعه a ، وسرعته (V) موضوع بصورة افقية سيصطدم بسطح منحنى على شكل نصف كروي يتطابق مركزه مع خط مركز البثق. فان البثق سيغادر الصفيحة بعد الاصطدام بزاوية (θ) انظر الشكل) ومن معادلة الزخم نستطيع ان نجد مقدار القوة المتولدة من جراء الاصطدام وهي :-

$$F = \gamma a \frac{V}{g} (V - V \cos (180 - \theta) = \frac{av^2}{g} (1 + \cos\theta)$$

وفي حالة كون الصفيحة شبه دائرية فان 0.0 وستكون (F) هي :-

$$F = \frac{\gamma a V^2}{g} (1 + \quad) = \frac{2\gamma a V^2}{g}$$

اي ان القوة المتولدة نتيجة اصطدام البثق بسطح شبه دائري هي نصف القوة المتولدة على الصفيحة المستوية.



البثق على صفيحة على شكل نصف دائرة

خطوات عمل التجربة والمطاليب : –

راجع التجربة السابقة ، تأكد من ان الصفيحة المراد قياس قوة البثق عليها على شكل نصف كرة .

تجربة رقم (٢٤)
قياس قوة البثق على صفائح متعددة في مستويين مختلفين مع جهاز البثق

الغرض من التجربة : -

تهدف التجربة الى تبيان وتوضيح كيفية قياس قوة البثق الناتجة من اصطدام البثق على صفائح متعددة وتقع في مستوى معاير لمستوى البثق.

الجهاز المستخدم - قياس قوة البثق

نظرة التجربة

راجع التجربة (٢٣)

وقوة البثق في هذه الحالة يمكن حسابها كما يلي : -

$$F = \frac{\gamma a V}{g} [(V - u) - 0{\cdot}0]$$

$$= \gamma av (V - u) / g$$

بينما الشغل المتولد منها يمكن حسابه كما يلي : -

$$W = F.U = av (V - u) U / g$$

حيث ان : -

V = سرعة البثق

u = حركة الصفائح

خطوات عمل التجربة والقراءات والنتائج : -

راجع التجربة (٢٢)

تجربة رقم (٢٥)
العلاقة بين الضغط وسرعة التصريف في مجرى متضيق في الموائع المختلفة

الغرض من التجربة : -

تهدف التجربة الى توضيح العلاقة بين الضغط للمائع وسرعة تصريفه اثناء سريانه داخل مجرى يقل قطره.

الجهاز المستخدم - مقياس فنجوري

نظرية التجربة : -

سنستفاد من انبوبة فنجوري ، وخصوصا الجزء الاول منها المخروطي والذي زاويته $20°$ ( ) كمثال للانبوب المتضيق.

نطبق معادلة برنولي على المقطعين (١) و (٢)

$$V_1^2 / 2g + h_1 = \frac{V_2^2}{2g} + h_2$$

ومن معادلة الاستمرارية

$$V_1 = V_2 \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^2$$

وبتعويض ذلك في المعادلة (١) ينتج

$$V_1 \left(\frac{\pi D_1}{4} \right) = V_2 (D_2^2) /$$

$$V_2^2 (D_2 / D_1)^4 / 2g + h_1 = \frac{V_2^2}{2g} + h_2$$

$$V_2 = \sqrt{\frac{2g (h_1 - h_2)}{1 - (D_2 / D_1)^4}} = \sqrt{2g \Delta h / (1 - (D_2 / D_1)^4}$$

حيث ان : -

V_2 = سرعة التصريف

Δh = فرق الضغط بين المقطع (١) و (٢).

D_2, D_1= قطر الانبوب بمقطع (١) ، (٢). على التوالي

خطوات عمل الجهاز:

١. تأكد من توصيل خط المياه الى الجهاز وتوصيله خط التصريف الى الخزان.

٢. افتح الصمام الذي يتحكم بكمية المياه الداخلة الى الجهاز

٣. لنصل التيار الكهربائي لتدوير المضخة

٤. دع الجهاز يعمل فترة من الزمن لغرض الاستقرار

٥. ابدأ بأخذ قراءة الانابيب البيزومترية عند المقاطع (١) ، (٢) وكذلك حجم المائع عمليا.

٦. غير كمية المار بالجهاز - واعد القراءات مرة ثانية.

القراءات والنتائج : -

بعد استكمال اخذ القراءات ، اوجد؟

١. سرعة المائع بتطبيق العلاقة المعطاة بالتجربة

٢. ارسم العلاقة بين $V, \Delta h$ بتغير حجم المائع

مواصفات الجهاز: -

١. قطر الانبوب المربوط على انبوبة الفنجوري ٢٦ ملم

٢. قطر التخصر بالانبوبة ٢٦ ملم

تجربة رقم (٢٦)
حساب كفاءة الناشرة في الموائع المنضغطة

هدف التجربة : –

حساب كفاءة الناشرة في حالة الموائع المنضغطة .

الجهاز المستخدم :

الجريان الانضغاطي والضاغط متعدد المراحل

نظرية التجربة : –

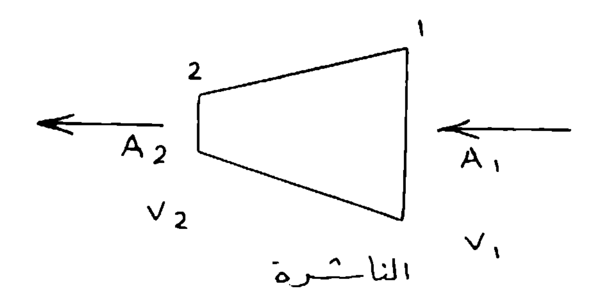
ان المقصود بالموائع المنضغطة ، هي الموائع التي يمكن ضغطها بسهولة وتكون كثافتها متغيرة دائماً ، ولايوجد مائع غير منضغط ، ولكن الاصطلاح يستخدمها للدلالة على الموائع التي تتغير كثافتها بصورة قليلة .

وعلى سبيل المثال ، فان الهواء والغازات جميعها هي موائع منضغطة والناشرات مهمة في مجال دراسة جريان الغازات ، لانها ستقل من سرعة الغازات المارة خلالها وتطبيق كثيرة ، مثل التوربينات الغازية ، محركات الصواريخ ، مجاري الهواء وغيرها لذلك فان معرفة تغير السرعة خلالها مهم ويمكن ايجاده كما يلي : –
بتطبيق معادلة طاقة الجريان المستقرة يتضح ان : –

$$\frac{\gamma P}{\gamma} + \frac{VdV}{g} = 0{\cdot}0$$

وبالتكامل مع التعويض بمعادلة الاستقرارية ، يتضح ان السرعة هي : –

$$V_2 = \left[\sqrt{1 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 \frac{P_2}{P_1}^{2/4}}^{\;1} \right] \left[\sqrt{\frac{2\gamma P_1}{(\gamma - 1) P_2} 1 - \frac{P_2}{P_1}^{\gamma - 1}} \right]$$



وبافتراض ان مخرج الناشرة ذو مساحة غير محددة مقارنة بمساحة مدخلها لذلك ستهمل سرعتها ويمكن كتاب العلاقة السابقة كما يلي : -

$$V_s = \frac{2\gamma P_1}{\gamma - 1} * \left(1 - \frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{8-1}{8}}$$

وبسبب الخسائر التي تحدث داخل الناشرة فان السرعة التي يخرج فيها الغاز لاتساوي السرعة المحسوبة في المعادلة انفة الذكر بل وستقل عنها نسبة السرعة الحقيقية الى السرعة النظرية تدعى كفاءة الناشرة .

$$Z = \frac{V}{V_s}$$

خطوات عمل التجربة : -

١ . تأكد من ربط انبوبة فنجوري الى انبوبة دفع الهواء بالجهاز وجميع التوصيلات صحيحة .

٢ . تأكد من المانومتر الكايكرومانومتر تعطي قراءة صفراً .

٣ . اوصل التيار الكهربائي للضاغطة .

٤ . اترك الجهاز يعمل فترة من الزمن لغرض الاستقرار .

٥ . اقرأ الضغط في المانومتر لقطع الناشرة مع قراءة المايكرومانومتر في مركز الناشرة .

٦ . غير سرعة الضاغطة ، وكرر القراءات مرة اخرى .

القراءات والنتائج : -

بعد استكمال القراءات اللازمة ، اوجد؟

١ . السرعة V_s بتغير سرعة الضاغطة .

٢ . قارن السرعة المقاسة مع V_s واوجد ″ .

٣ . ارسم ″ مع سرعة الضاغطة .

تجربة رقم (٢٧)

العلاقة بين معامل الاحتكاك وعدد رينولد في انبوبة معينة في حالة الموائع المنضغطة

الغرض من التجربة :-

تهدف التجربة الى توسيع العلاقة بين معامل الاحتكاك وعدد رينولد لهواء يمر داخل انبوبة .

الجهاز المستخدم : -

الجريان الانضغاطي والضاغط متعدد المراحل

نظرية التجربة : -

نتيجة مرور الهواء (الغازات) داخل المجرى بسرعة معينة يحدث انخفاض في مقدار ضغطه بسبب الضياعات المناشئة عن الاحتكاك الناشئ بين طبقات جزيئات الهواء وبين الهواء وجدار الانبوب . ومن الممكن حساب الانخفاض في الضغط كما يلي : -

$$\Delta P = Uf \rho V_2 L/D$$

$$Rc = VD\,m\;\Delta P = \frac{Uflmv\;Rc}{D_2}$$

حيث :

P = الانخفاض بالضغط نتيجة الاحتكاك

L = طول الانبوب

V = سرعة الهواء

D = قطر الانبوب

f = معامل الاحتكاك

Re = عدد رينولد

خطوات عمل التجربة : -

١ . تأكد من ربط الانبوبة الافقية الى انبوب دفع الهواء للجهاز وجميع التوصيلات الاخرى .

٢ . تأكد من ان المانومتر والمايكرومتر تعطي قراءة صفراً .

٣ . اوصل التيار الكهربائي للضاغطة .

٤ . اترك الجهاز يعمل فترة من الزمن لغرض الاستقرار .

٥ . اقرأ الضغط في انبوبة المانومتر مع جعل Pitit Tube في مركز الانبوب لقياس السرعة .

٦ . تغير سرعة الضاغطة وتكرار القراءة عدة مرات .

٧ . تكرار التجربة بقطر اخر .

القراءات والنتائج : -

بعد استكمال القراءات اللازمة

١ . اوجد مقدار معامل الاحتكاك (f) بتغير السرعة والضغط .

٢ . ارسم تغير (f) مع السرعة بثبوت القطر .

٣ . ارسم تغير f مع D بثبوت السرعة .

٤ . استنتج العلاقة بين Re, f من الطلب (٢)

تجربة رقم (٢٨)

العلاقة بين معامل الفتحة والنسبة بين قطر الفتحة الى قطر الانبوب في قياس الفتحة

الغرض من التجربة : –

تبيان علاقة تغير معامل مقياس الفتحة ونسبة قطر الفتحة لقطر الإنبوب

الجهاز المستخدم : –

مقياس جريان المائع H-10 الموضح تفاصيله بالتجربة (١٤)

نظرية التجربة : –

راجع التجربة رقم (١٥)

من المعلوم ان السرعة داخل مقياس الفتحة / ممكن حسابها كما يلي : –

$$V = C_c \sqrt{\frac{2g \, \Delta h_{12}}{1 - C_c^2 (D/D_1)^4}}$$

حيث ان : –

Δh = فرق الضغط للمقطعين (١) ، (٢)

g = التعجيل الارضي

D = قطر الفتحة

D_1 = قطر الانبوب

C_c = معامل الفتحة

V = السرعة

A = مساحة المقطع

Q = حجم المائع المتدفق .

$$\therefore Q = A \cdot V$$

خطوات عمل التجربة : -

١ . تأكد من توصيل خط المياه الى المقياس وتوصيل خط التصريف الى الخزان.

٢ . افتح الصمام الذي يتحكم بكمية المياه الداخلة للمقياس.

٣ . اوصل التيار الكهربائي للمضخة لتبدأ بالعمل.

٤ . دع الجهاز يعمل فترة من الزمن لغرض الاستمرار.

٥ . اقرأ ارتفاع الماء في الانابيب البيزومترية للمقطعين (١) ، (٢).

٦ .مع قياس حجم الماء المتدفق.

٧ . تغير معدل الجريان واعادة القراءات من جديد.

القراءات والنتائج : -

بعد استكمال جمع البيانات حول تغير معدل الجريان والانخفاض بالضغط اوجد؟

١ . سرعة الماء المتدفق

٢ . الثابت C_c ما مقارنة التدفق الحجمي النظري والعملي

مواصفات الجهاز : -

١ . قطر الفتحة + ٢ ملم وقطر الانبوب ٢٦ ملم

تجربة رقم (٢٩)

خصائص الضاغطة – سرعة الجريان – القدرة – الكفاءة مع تثبيت السرعة

الغرض من التجربة : –

دراسة خصائص الضاغطات بتثبيت سرعة دورانها وستشمل الدراسة على تغير سرعة الجريان ، القدرة الداخلة – كفاءة الضاغطة .

الجهاز المستخدم – الجريان الانضغاطي والضاغط متعدد المراحل .

نظرية التجربة : –

ان عمل الضاغطات هو تحويل الطاقة الميكانيكية المستلمة من قبل المحرك الكهربائي المربوط بها طاقة هيدروليكية ، حيث ستسبب في رفع ضغط الهواء وهي شبيهة بالمضخات وتقسم الى نوعين رئيسيين الطرد المركزي والترددي والدوراني حيث تكسب الضاغط ذي الطرد المركزي الهواء سرعة عالية ، وستزداد الطاقة الحركية للهواء بينما النوعان الاخران من الضواغط تعتمد على رفع ضغط الهواء بدلا من سرعته والشغل المنجز على الهواء (   ) نتيجة عمل الضاغط يمكن ان يعبر عليه بالصورة الاتية .

$$W = H_2 - H_1$$

حيث   طاقة الانثالي لكل وحدة كتلة من الهواء للدخول والخروج من الضاغطة ويمكن كتابتها بصيغة اخرى .

$$W = \left(\frac{\gamma}{8 - 1} \right) P_1 V_1 \left(\left(\frac{\quad}{p_1} \right)^{\frac{8-1}{8}} - 1 \right)$$

حيث

$P_1, P_2 =$ ضغط الهواء عند مخرج ومدخل الضاغطة

$V_1 =$ حجم الهواء عند الدخول

ولتعقيد هذه المعادلة ، يلجأ عادة لحساب القدرة بوحدات القدرة الحصانية الى المعادلة الاتية : -

$$HP = 9.81 \quad P$$

= حجم الهواء بالثانية

P = ضغط الهواء بوحدات ملم ماء

ومن الممكن حساب كفاءة الضاغطة (   ) كما يلي : -

$$Z = \frac{\text{القدرة التي يمتلكها الهواء المضغوط}}{\text{القدرة المعطاة للضاغطة}}$$

ومن الممكن حساب القدرة المعطاة للضاغطة من معرفة العزم المدور، وسرعة معدل الضاغطة .

خطوات عمل التجربة : -

١ . تأكد من ان ربط الانبوب الافقي القصير الى الضاغطة .

٢ . تأكد من معاملات مقاييس الضغط .

٣ . اترك الجهاز يعمل فترة زمنية لغرض الاستقرارية .

٤ . اوصل التيار الكهربائي للضاغطة .

٥ . اقرأ مقدار الضغط الهواء الخارج من الضاغطة ، سرعة الضغط عند منتصف الانبوب ، عزم التدوير للضاغطة ، سرعة الضاغطة .

٦ . قم بتغير سرعة الضاغطة واعد القراءات من جديد .

القراءات والنتائج : -

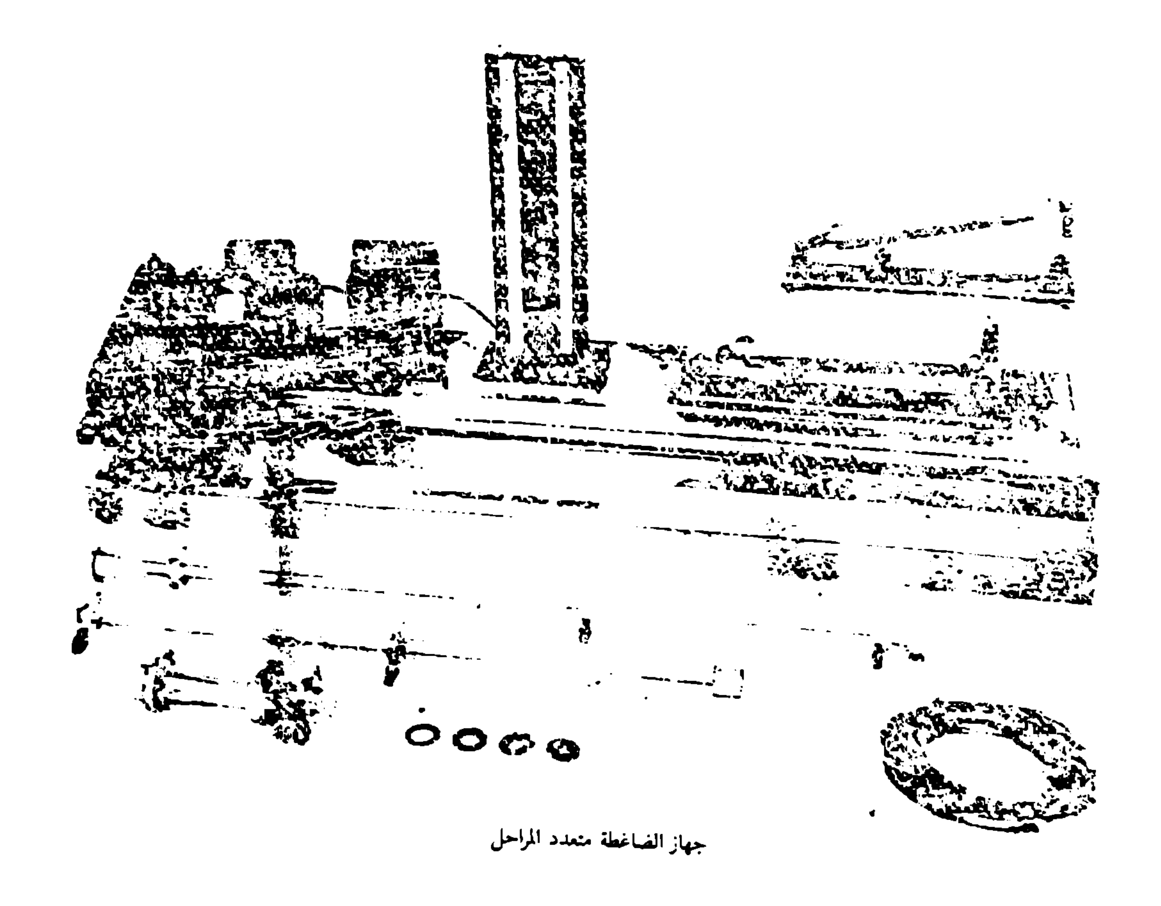
بعد استكمال جميع القراءات المطلوبة . اوجد؟

1 - القدرة المعطاة للهواء المنضغط .

2 - القدرة الداخلة للضاغطة .

3 - كفاءة الضاغطة .

4 - ارسم تغير المعاملات اعلاه وسرعة دوران الضاغطة .



جهاز الضاغطة متعدد المراحل

تجربة رقم (٣٠)

تطبيق معادلة الطاقة في الضاغطة

هدف التجربة : –

تهدف التجربة الى توضيح اسلوب تطبيق معادلة الطاقة على الهواء المضغوط بواسطة الضاغطة .

الجهاز المستخدم : –

الجريان الانضغاطي والضاغطة متعدد المراحل

نظرية التجربة : –

تنص معادلة الطاقة في حالة الموائع القابلة للانضغاط على : –

$$\frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} = \frac{K}{k-1}\left[\left(\frac{P_1}{8_1}\right)\right]\left[1-\left(\frac{P_2}{P_1}\right)\right]^{\frac{k-1}{k}} + Ec$$

حيث ان :

p_2, P_1 = ضغط الهواء الداخل والخارج من الضاغطة

Ec = طاقة الضاغطة المعطاة للهواء

V_2, V_1 سرعة الهواء الداخل والخارج

خطوات عمل التجربة : –

١ . تأكد من ربط الانبوب الطويل متساوي القطر الى الضاغطة .
٢ . تأكد من معايرة مقاييس الضغط .
٣ . اوصل التيار الكهربائي للضاغطة ، واتركها تعمل فترة من الزمن لغرض الاستقرار.
٤ . اقرأ الضغط في المقطع (١) ، (٢) والسرعة للمائع الخارج والداخل .
٥ . اعد القراءات بتغير سرعة الضاغطة .

النتائج : –

بعد استكمال القراءات المطلوبة ، اوجد الطاقة الداخلة للضاغطة Ec